

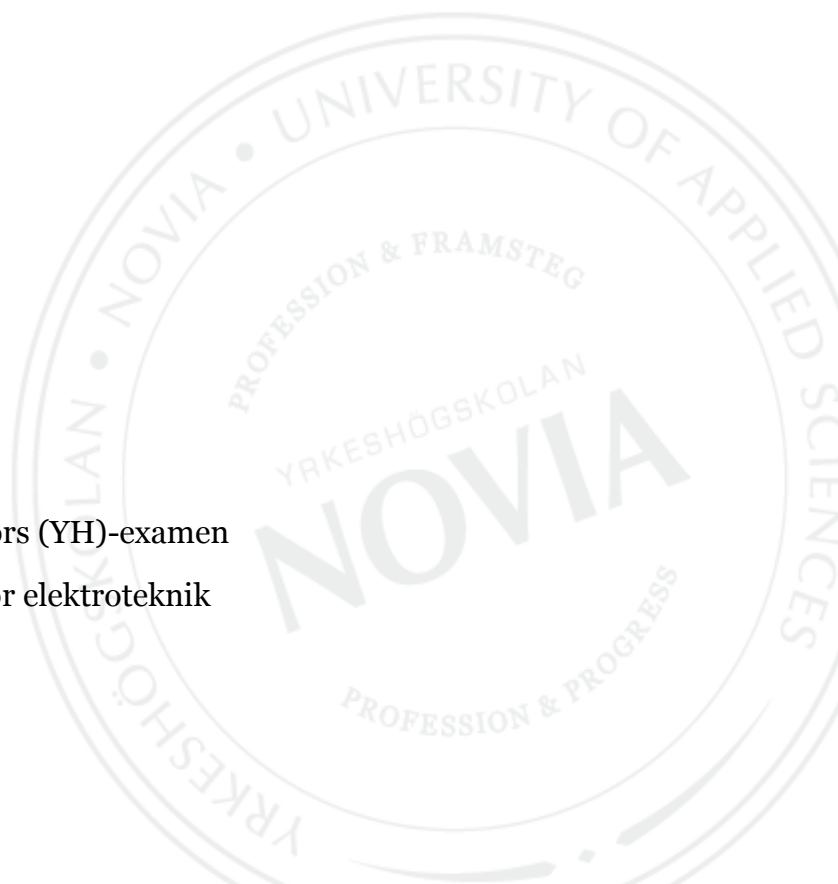
Belysningsplanering och styrsystem för utomhusområde

Ville-Veikko Heinonen

Examensarbete för ingenjörs (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2011



EXAMENSARBETE

Författare	Ville-Veikko Heinonen
Utbildningsprogram och ort	Elektroteknik, Vasa
Inriktningsalternativ	Automationsteknik
Handledare	Håkan Blomqvist

Titel: *Belysningsplanering och styrsystem för utomhusområde*

Datum 28.11 2011 Sidantal 30 Bilagor 9

Abstrakt

I detta examensarbete undersöks vilka belysningstekniska lösningar det finns för att göra inbesparingar på industriområden. Dessa lösningar jämförs och tillämpas i ett planeringsprojekt som behandlar ett logistikcentrum. Den europeiska standarden EN 12464-2 står som grund för belysningens krav. Genom beräkningar visar det sig att en dyrare anläggning som använder sig av dämpning ger en ekonomisk inbesparing i det långa loppet. Trots inbesparing hålls ljuskvaliteten och arbetssäkerheten hög. I examensarbetet framgår vilka steg som är viktiga för en framgångsrik belysningsplanering.

Planeringen sker delvis i planeringsprogrammet DIALux, som används för att simulera de armaturer som skall användas i projektet. Genom programmet görs beräkningar som visar att ljuskvaliteten och styrkan är tillräckligt hög jämfört med referensvärden från standarden. Genom olika vyer, bland annat 3D- och luminansvyer, får man en god överblick av belysningen.

I det logistikcentrum som planeringen gjordes är den totala belysningseffekten 76145 W fördelat på 482 armaturer. Armaturerna effektregleras antingen med spänningssänkning med hjälp av transformatorer för en grupp armaturer eller med integrerade styrenheter.

Ämnet besparing är högaktuellt i och med globala ekonomiska recessioner, energi- och miljöpolitik. EU:s höjda krav på elektronik och lampor gör belysningen bättre och ger tillverkare nya utmaningar och utvecklingsmål.

Språk: svenska Nyckelord: armatur, DIALux, energibesparing

Förvaras: Examensarbetet finns tillgängligt i webbiblioteket Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author	Ville-Veikko Heinonen
Degree programme	Electrical Engineering, Vaasa
Specialization	Automation
Supervisor	Håkan Blomqvist

Title: *Lighting design and control systems for outdoor places*

Date	28.11.2011	Number of pages	30	Appendices	9
------	------------	-----------------	----	------------	---

Abstract

This thesis work explores the lighting technologies that are available when you want to make cost savings in industrial areas. These solutions are compared and applied to a project design that deals with a logistics center. The European standard EN 12464-2 is used to meet the lighting requirements. By calculations it appears that a more expensive facility, which uses dimming technology, provides financial savings in the long run. Despite the savings, the lighting quality and safety at work are kept on a high standard. Important steps towards a successful lighting design are described in this thesis.

The design is done partially in the design program DIALux, which is used to simulate the luminaires in the project. The program makes calculations showing that the light quality and intensity are high enough compared with reference values from the standard. By different views, including 3D and lumen views, one gets a good overview of the lighting.

In the logistics center for which the design was made, the total lighting power is 76 145 W, distributed among 482 luminaires. The power is regulated by either voltage reduction by means of transformers to a group of luminaires or with embedded controllers.

The subject of savings is highly topical in the global economic recession and in the energy and environmental policy. EU's increased requirements on electronics and light sources lead to better lighting and offer new challenges and development goals to the manufacturers.

Language: Swedish	Key words: luminaires, DIALux, energy saving
-------------------	--

Filed at: The thesis is available at the electronic library Theseus.fi

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Material	2
1.4	Avgränsningar	2
2	Miljöaspekter	3
3	Standarden EN 12464-2	4
4	Ljuskällor	5
4.1	Lågtrycksnatrium	6
4.2	Högtrycksnatrium	7
4.3	Metallhalogen	7
4.4	LED	9
4.5	Induktionsljus	10
5	Förkopplingsdon	11
5.1	Konventionella don för urladdningslampor	11
5.2	Elektroniska don för urladdningslampor	11
5.3	Driftdon för LED-moduler	12
6	Styrning	12
6.1	Spänningssänkning	13
6.2	Chronosense	14
6.3	Dynadimmer	14
7	Planering	16
7.1	Analys av området	16
7.2	Val av ljuskälla	17
7.3	Val av styrning	19
7.4	Val och placering av armaturer	20
7.5	Planering i DIALUX	23
7.6	Livsykelanalys	24
8	Resultat	26
9	Sammanfattning	28
	Källor	29
	Bilagor	

1 Inledning

Hangö Elektriska Ab grundades 1937 i Hangö. Under årens lopp har verksamheten utvecklats för att tillfredsställa och anta kundernas behov. I dagsläget uppfyller företaget de krav nutiden ställer och erbjuder tekniska tjänster inom fastighets-, byggnads- och industribranscherna till privatpersoner, företag och offentliga sammanslutningar. Företaget har i dagens läge två stycken kontor, ett i Hangö och ett i Billnäs. År 2008 var omsättningen cirka 9 M€ och personalstyrkan uppgick till cirka 100 personer. På senare tid har Hangö Elektriska även börjat utföra VVS-arbeten, vilket företaget kommer att utveckla och satsa mera på i framtiden.

1.1 Bakgrund

Hangö Elektriska har fått till uppgift att planera och göra en offert för utomhusbelysning till ett logistikcenter i Landskrona. Inom planeringen på Hangö Elektriska vill man undersöka vilken typ av belysning som ger en långsiktig lönsamhet och vilka regleringsmöjligheter det finns för att erbjuda ett energi- och kostnadsbesparande alternativ till kunden.

Examensarbetet kommer att jämföra olika typer av ljuskällor, armaturer, styralternativ och regleringsmöjligheter för området. Mellan de bästa alternativen kommer det att göras en livscykelanalys för att bestämma hur stor inbesparing kunden gör.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka dagens möjligheter inom utomhusbelysningen och hitta en lösning för detta projekt. En jämförelse av olika ljuskällor och styrsystem kommer att visa vilken kombination som är mest ekonomisk, effektiv och miljövänlig på lång sikt för denna typ av anläggning. Det tas även hänsyn till att ljuskvalitén, användbarheten och säkerheten inte försämras på grund av inbesparningen.

Examensarbetet tar också upp metoder och faktorer som är viktiga att tänka på när man gör en belysningsplanering. Man hoppas på att detta kan vara en nyttig referens i framtida planeringsarbeten. Resultatet av arbetet kommer också att visa vad som bör förbättras inom detta område för att man skall kunna göra ännu effektivare och mer lönsamma belysningslösningar.

1.3 Material

Material som används i detta arbete är huvudsakligen "En bok om belysning", av Lars Starby, och den europeiska och nationella standarden EN 12464-2. Eftersom utvecklingen och förändringen i belysningsbranschen är snabb används material från leverantörers och statliga verks hemsidor.

1.4 Avgränsningar

I detta arbete koncentreras dokumentationen kring utomhusbelysning och de områden som är relevanta till projektet; en del specialområden inom exteriörbelysning utesluts samt det som behandlar inomhusbelysning. Exempel på specialområden är nöd- och dekorationsbelysning. Ljuskällor som inte omfattas i detta arbete är sådana som fasas ur i och med EuP-direktivet. För detta examensarbetets del betyder det att kvicksilverlampor inte behandlas. För att få en fullständig förståelse av resultatet skall man ha en förkunskap om elektrotekniska termer och grunder inom optik.

2 Miljöaspekter

18.3.2009 godkände Den Europeiska Kommissionen två eko-design förordningar vars avsikt är att förbättra energieffektiviteten hos lampor, vilket ingår i EuP-direktivet. Kraven som ställdes förväntas spara 80 TWh före utgången av 2020 jämfört med att ingenting gjordes. Inbesparingen motsvarar elkonsumtionen av 23 miljoner europeiska hushåll. Åtgärden förväntas minska koldioxid utsläppen med 32 miljoner ton. Följande förordningar och direktiv inverkar på armatur- och lamptillverkarna. /1/

Förordningen 245/2009

Kraven för lysrör och högtryckslampor innehåller lampors effektivitet, prestation och produktinformation. Produktinformationen kan t.ex. vara nominell effekt, ljusflöde och ljusutbyte efter 100 h samt färgåtergivningsindex. Förordningen behandlar även förkopplingsdon och armaturer. /1/

RoHS-direktiv

Direktivet började gälla fr.o.m. 1.7.2006 och innebär att elektroniska produkter som släpps ut på marknaden inom Europeiska samarbetsområdet skall begränsas av vissa farliga ämnen. /2/ För utomhusbelysningens del innebär det en förminskning av kvicksilver i vissa typer av lampor och ett utfasning av kvicksilverlampor med en förbud vid 2015. /3/

Direktivet skyddar människors hälsa och främjar miljövänlig återvinning och behandling av avfall. /2/

Ljutförorening

Med ljutförorening, eller ljusspill, anses belysning som strålas ovanför horisonten. Ljutförorening kan påverka djur, t.ex. navigering hos fladdermöss. I Sverige gör man av med 300 GWh/år i form av spilljus. Riktlinjer för ljutförorening finns i standarden EN 12464-2. Med hjälp av kompakta lampor, armaturer med avskärmning och bättre utformad optik kan man reducera spilljus. /3/

3. Standarden EN 12464-2 /4/

Den europeiska standarden EN 12464-2:2007 "*Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places*" innehåller belysningsrekommendationer för arbeten som utförs utomhus under nattetid. Den behandlar också rekommendationer om hur överflödigt ljus kan begränsas, d.v.s. förhindrande av ljusföroreningar. Standarden har fått status som finsk nationell standard.

Del 2 av EN 12464 ger belysningskrav för 15 arbetsområden med sammanlagt 97 arbetsuppgifter. Den definierar också underhåll, energieffektivitet och besiktningsprocedurer. EN 12464 är en nödvändig referens för alla belysningsplanerare.

För att utföra utomhusarbete på ett effektivt och noggrant sätt, speciellt under natten, krävs en tillräcklig och lämplig belysning. Kraven på belysning för en lång rad arbetsplatser grundar sig på arbetens slag och varaktighet.

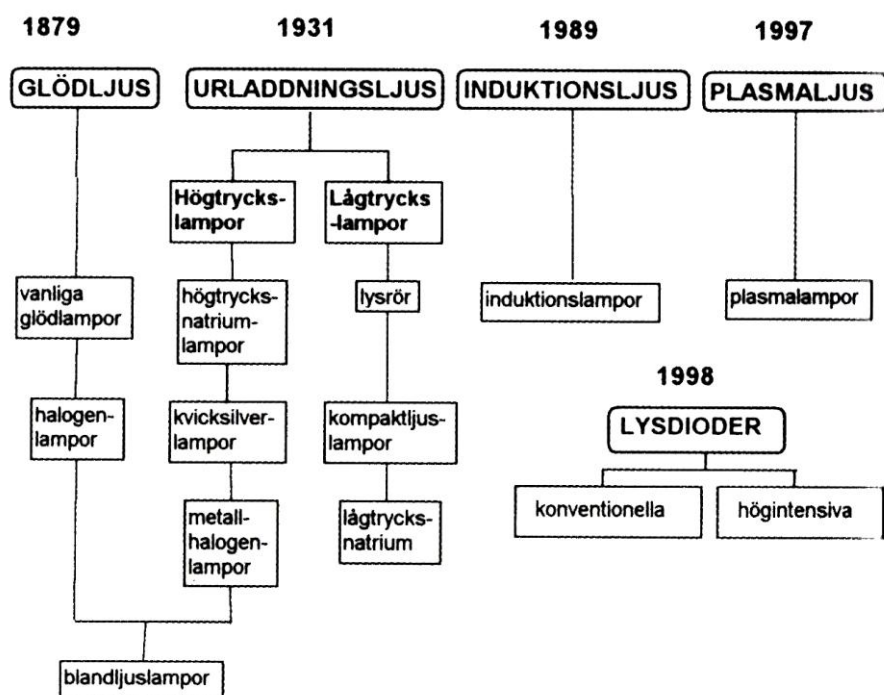
Standarden innehåller snarare riktlinjer än specifika lösningar, således har planeraren frihet att utforska ny teknik och innovativ utrustning.

4. Ljuskällor

I detta kapitel presenteras de vanligaste ljuskällorna som förekommer i utomhusbruk. Kvicksilverlampor tas inte med då de förbjuds 2015 enligt Eup-direktiv. Lampor av urladdningstyp är i dagens läge den mest använda i utomhusbruk. Men lysdioderna utvecklas med stora framsteg och kommer att synas allt mer i vår omgivning i framtiden. Många ljuskällors färgegenskaper har förbättrats tack vare utvecklingen inom TV-branchen. /5/

Viktiga begrepp som används i samband med ljuskällor:

- Ljusutbyte (lm/W) – Beskriver hur mycket synligt ljus som alstras per elektrisk effekt. Används som ett mått på effektivitet.
- Allmänt färgåtergivningsindex (R_a) – Är ett mått på hur bra ljuset återger färger i ett index mellan 0–100.
- Livslängd – Den tid för ljusflödet att gå ner 20 %.

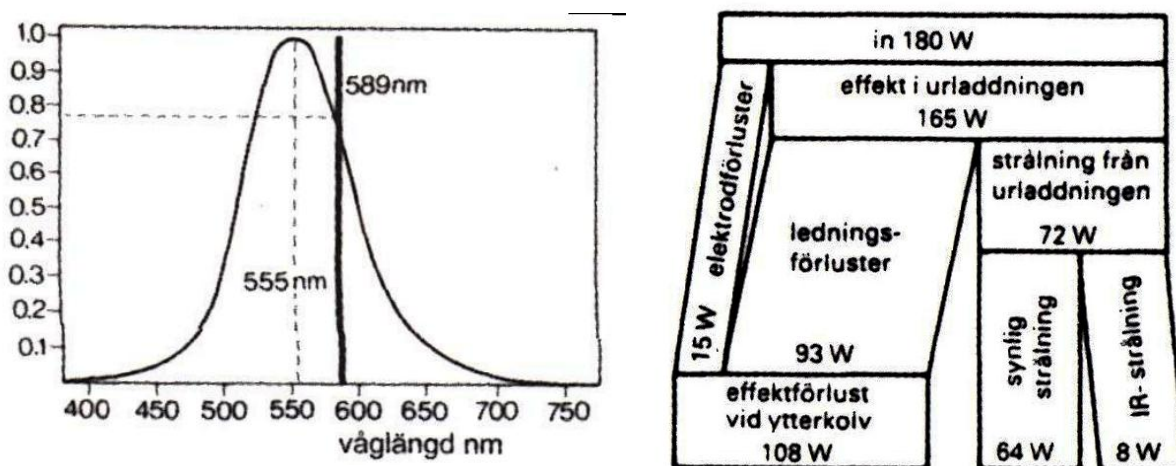


Figur 1. Olika ljuskällors utveckling. /5/

4.1 Lågtrycksnatrium

Lågtrycksnatriumlampan, precis som t.ex. lysrören, arbetar med lågt tryck. Lampans ljusalstring sker med natrium vars resonanslinjer 589,0 och 589,6 nanometer, vilket ligger nära ögats känslighetsmaximum, 555 nanometer. Ljusets uppbyggnad blir då monokromatiskt (enfärgat). Detta förklarar lampans höga ljusutbyte men orsakar också att endast gula färger återges på korrekt sätt. /5/

Lågtrycksnatriumlampan använder sig av neon och argon som startgas. Argonet ger ett rött sken alldeles efter tändning. Av denna urladdning kommer värmen att förångna natriumet som efter 7–8 minuter tar helt över ljusalstringen. Värmen är ungefär 260 °C när funktionen är optimal. För att värmen inte skall strålas ut från lampan har ytterkolven ett skikt av t.ex. indiumoxid, vilket gör att kortvågiga strålningen går genom filtreringen medan långvågig strålning reflekteras tillbaka till urladdningsröret. Hur mycket lampan fördelar effekt framgår i figur 2. /5/

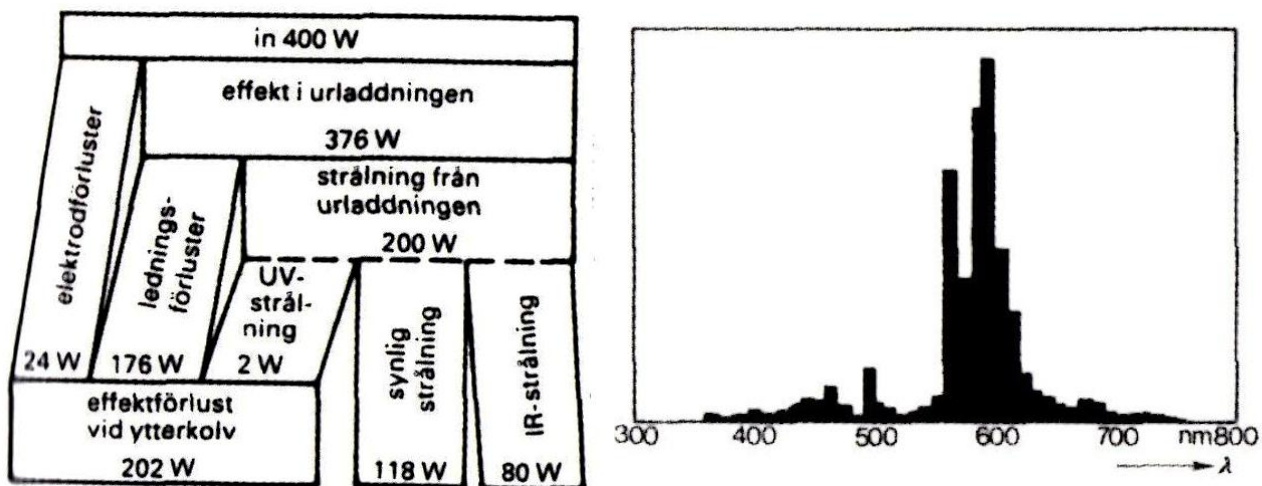


Figur 2. Ögats känslighet och natriums resonanslinjer. En lågtrycksnatriumlampas effektfördelning. /5/

Det monokromatiska ljuset har fördelar jämfört med sammansatt ljus. Bländningen är mindre, och om man bländas återhämtar sig ögat snabbare. Belysning från en natriumlampan upplevs 25–30 % ljusare än vad en luminansmeter skulle registrera. I dimma sprids ljuset mindre och i vissa förhållanden blir bilden klarare på näthinnan då man slipper kromatisk aberration, d.v.s. att ljus av olika våglängd bryts i olika punkter i ögat. /5/

4.2 Högtrycksnatrium

Den mest använda ljuskällan för utomhusbelysning och tyngre industri är högtrycksnatriumlampan. Lampan karakteriseras av ett varmt, gulvitt ljus, och hör till en av de effektivaste belysningstyperna. Genom att höja trycket i en natriumlampan breddas spektrumet och således förbättras färgegenskaperna. Det ”höga trycket”, 10^4 kPA, gör att nästan alla spektrallinjer finns med men betoningen ligger i det gula området (se figur 3).



Figur 3. Högtrycksnatriumlampans effektfördelning och spektralfördelning. /5/

Ljusutbytet är vanligtvis 100 lm/W och upptill 130 lm/W för högeffektslampor anpassade till utomhusbruk. Färgtemperaturen är 2000–2800 K och färgåtergivningen är låg, ca Ra25. På senare år har denna ljuskälla utvecklats till en lägre miljöbelastning i och med att den har fått högre ljusflöde och en längre livstid på 20 000 timmar. /5/

4.3 Metallhalogen

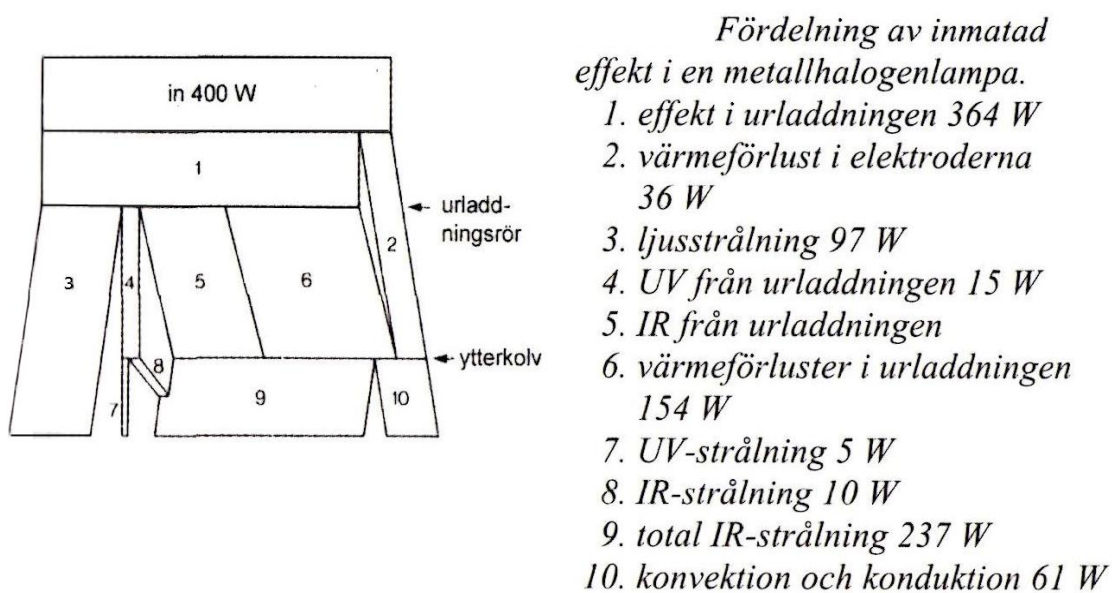
Metallhalogenlampor bör inte förväxlas med traditionella halogenlampor.

Metallhalogenlampor är urladdningslampor av högtryckstyp, halogenlampor är en typ av glödljus. Metallhalogenlampan är en vidareutveckling av kvicksilverlampan där man har ersatt en del av kvicksilvret med olika metaller. /5/

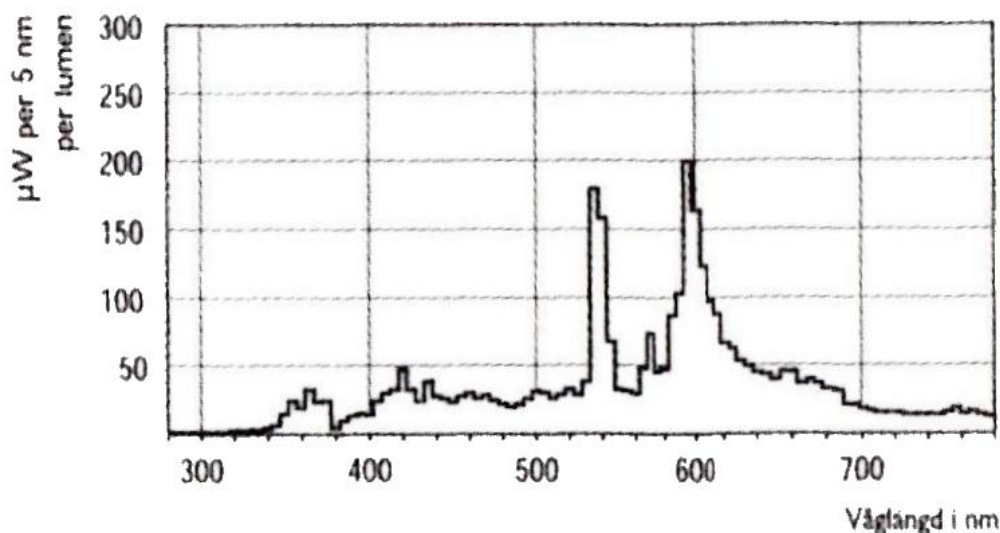
Till dess fördelar brukar man räkna med att den har en lång livslängd, högt ljusutbyte och god färgåtergivning. Nackdelen jämfört med högtrycksnatriumlampan är att metallhalogen får dåliga egenskaper vid dämpning, metallerna blandas inte jämnt och ljuset blir blågrått. /6/

Användningsområdet för metallhalogen är främst vägbelysning där man har börjat ersätta kvicksilverlampor och ineffektiva sorter av natriumlampor. Orsaken till att keramisk metallhalogen blivit så populär är dess vita ljus med bra färgåtergivning och enkelheten i utbytet av äldre typ av ljuskällor. /3/

Keramisk metallhalogenlampor har ett ljusutbyte på mellan 90 och 120 lm/W med en livslängd på 12 000 timmar. /3/



Figur 4. Effektfördelning i en metallhalogenlampa. /5/



Figur 5. Spektralfördelning hos en metallhalogenlampa med 3000 K färgtemperatur. /5/

4.4 LED, lysdiod

LED, förkortning av Light Emitting Diode, som betyder ljusalstrande diod är den ljuskälla som utvecklats snabbast under de senaste åren. Men det är ingen ny ljuskälla, redan 1907 började man utveckla halvledarkristaller som ljusalstrare, en princip som kallas elektroluminiscens. I början användes de till indikations- och signallampor och 1962 började de första röda lysdioderna serieproduceras. Det dröjde dock till 1994 innan den blåa dioden kom på marknaden. Vitt ljus får man genom en kombination av de tre grundfärgerna röd, grön och blå. I dagens läge finns dioder i olika vita färgtemperaturer, detta genom att förse en blå LED med lyspulver som omvandlar en del av strålningen till gult ljus och resultatet blir ett vitt ljus. /5/

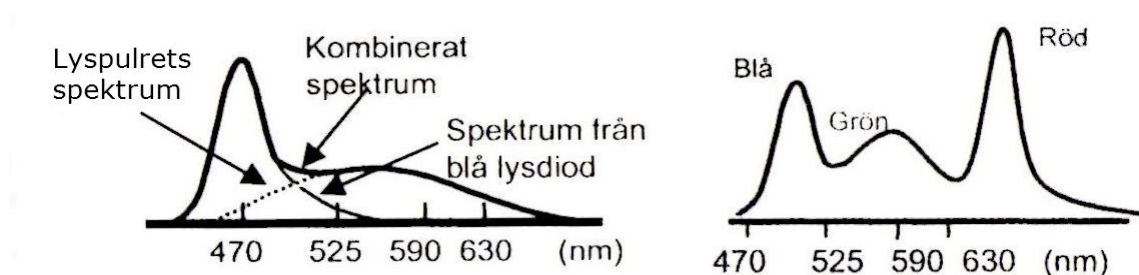
Lysdioden har speciella egenskaper som gör den intressant för armaturtillverkare. Storleken på lysdioderna ger planerarna större frihet i utformningen samtidigt som ljuskvalitén är hög. I LED-moduler är utstrålningsvinkeln begränsat åt ett håll, vilket är den största skillnaden från traditionella armaturer där man använder sig av reflektorer. Reflektor används p.g.a. att ljuskällan sprider ljuset mot alla riktningar och möjligheten att styra ljuset till ett specifikt område. Lysdioden är temperaturkänslig, höga temperaturer omkring dioden eller LED-modulen påverkar ljuskällans ljusflöde, livslängd och ljusfärgen negativt.

Fördelarna med lysdioden är att:

- Dess spektrum saknar UV- och IR-strålning.
- Den är skaktålig.
- Den tänds omedelbart.
- Det är möjligt att göra en skarp avskärmning.

Tillverkare uppger livslängder kring 50 000 h. Ljusflödet minskar mycket långsamt och kontinuerligt. LED-modulers livslängd definieras som när ljusflödet har reducerats till 70 %. Mycket utveckling har skett den senaste tiden inom reglering av lysdioder. Stora fördelar med detta jämfört med konventionella ljuskällor är att det går att reglera steglöst mellan noll och 100 % i ljusstyrka. LED-moduler kräver en speciell transformator för att

fungera, se kapitel 5. /7/



Figur 6. Olika tekniker att åstadkomma vitt ljus med lysdioder. /5/

Negativt om LED-armaturer är att hela armaturen måste bytas då livstiden når sitt slut, vilket har en avgörande roll i en livscykelanalys. En utmaning för tillverkare är att göra LED-gatuarmaturer som inte upplevs bländande samt driftdon som håller längre än ljuskällan.

4.5 Induktionsljus

Induktionsljus baserar sig på att en liten "antenn", som är omsluten av en ihålig lampkolv skapar ett magnetfält, som sätter igång en urladdningsprocess. Processen påminner om lysrörets ljusalstring. Dess största fördel är den ovanligt långa livslängden på 100 000 h. Lampsystemets komponenter är inte utbytbara, hela armaturen måste bytas på en gång och kan endast servas hos fabrikanten. De vanligaste användningsområden är ställen där det är komplicerat att utföra service och där lampbyten är kostsamma; t.ex. ställen med höga höjder, tunnlar och broar. Induktionslampan har en god färgåtergivning, Ra80 eller högre, men ett ljusutbyte, ca 64-80 lm/W, något lägre än de tidigare nämnda källorna. /6/

5. Förkopplingsdon

Detta kapitel handlar om förkopplingsdon, även kallad driftdon eller ballast.

Urladdningslampor kräver en strömbegränsning för att fungera korrekt och spänningstransformering för att uppnå tändning. Utan förkopplingsdon skulle lampan brinna sönder. Förkopplingsdon placeras oftast inne i armaturen.

5.1 Konventionella don för urladdningslampor

Konventionella, eller s.k. elektromagnetiska ballaster, har förutom en reaktor eller transformator också tändare och kondensator för faskompensering. Dessa förkopplingsdon kan effektregeras m.h.a. att sänka spänningsamplituden, vilket tas upp i kapitel 6.

5.2 Elektroniska don för urladdningslampor

Till skillnad från konventionella ballaster använder elektroniska driftdon tyristorkretsar för att begränsa strömmen och förse lampan med korrekt spänning. Elektroniska don ger bättre driftegenskaper än traditionella reaktorkopplingar.

Fördelarna är många:

- längre lamplivslängd
- ljusfärgstabilitet
- inget flimmer
- snabbare tändförlopp
- högre ljusbyte
- bättre systemeffektivitet
- minskad inverkan på temperatur och nätspänningsvariationer
- lägre vikt och enklare koppling
- snabbare återtändning och övervakningsmöjligheter.

Reglermöjligheter är vanliga på elektroniska don men är ingen självklarhet. Regleringen görs genom att begränsa en del av strömkurvan. Elektroniska don blir allt vanligare för

utomhusarmaturer. Men det finns mycket att utveckla, bl.a. gränssnitt för styrsystem t.ex. DALI-protokollet och driftdon för lampor med hög effekt.

5.3 Driftdon för LED-moduler

Lysdioder alstrar ljus utan värme i ljusriktningen. Däremot kräver själva LED-kretsen kylning. Livslängden påverkas negativt och ljusflödet kan halveras om kylningen av armaturen är bristfällig. Den största skillnaden mellan LED-driftdon och de tidigare nämnda driftdonen är att den likriktar spänningen. För att en diod skall fungera korrekt behöver den likström. Driftdonen för LED-modulerna varierar beroende på användningsområde, effekt och utformning. I effektbelysningsarmaturer finns oftast lysdioderna på samma kretskort som resten av elektroniken. LED-armaturer med hög effekt använder en konstantströmsdrift där dioderna seriekopplas. /8/

Tack vare all elektronik som finns i LED-driftdonen går den ofta att ljusreglera. Den teknik som används är PWM (pulse width modulation), vilket innebär att likspänningen regleras i pulser med varierande frekvens, ju högre frekvens och längre pulsbredd desto större ljusstyrka. Detta är en effektiv regleringsmetod och kan användas från 0–100 % av ljusstyrkan. För att kunna reglera en LED-armatur krävs ett gränssnitt för styrsignaler, vilket är sällsynt för utomhusbelysning i dagens läge. /8/

6. Styrning

Med styrning syftar man ofta på ljusreglering, dämpning, fördunkling eller dimring. Användning av styrning ger i huvudsak tre fördelar:

- Energibesparing, som ger lägre driftkostnad.
- Längre livstid på ljuskällan.
- Jämnare ljusnivå.

Dämpning är en mycket effektiv sparmetod vid vägar där maximal ljusstyrka endast krävs under vissa timmar på dygnet, t.ex. då det är rusningstrafik. Till utomhusbelysning finns olika typer av styrning beroende på ljuskälla och användningsändamål: närvarostyrning, spänningssänkning, skymningsrelä och konstantljus.

Närvarostyrning går ut på att man har belysningen tänd endast då man behöver det. Själva styrningen fungerar med hjälp av en sensor, som arbetar antingen med IR-strålning, radiovågor, radar eller som reagerar för akustiska ljud. Vanligast använda sensorn är den förstnämnda. Närvarodetektorn består förutom av en sensor av en timer och en inställning för vid vilken ljusnivå detektorn skall aktiveras. Med denna typ av styrning kan man styra vissa lokala grupper individuellt vilket kan vara behändigt på stora områden. Den kritiska delen med närvarostyrningen är lampans tändningstid. Detektorernas räckvidd är också viktig att ta i beaktande för att bestämma mängden detektorer som behövs. /5/

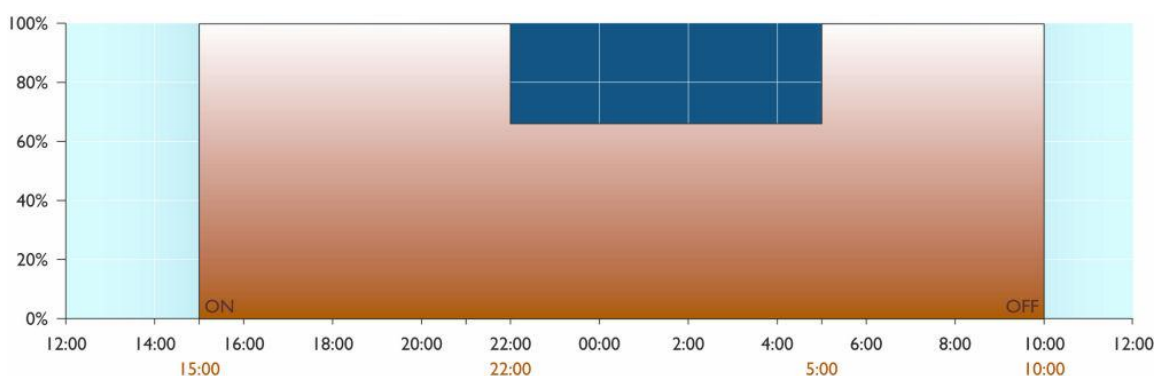
6.1 Spänningssänkning

I tidigare kapitel nämndes det att man kan reglera effekten i en urladdningslampa genom att minska amplituden på spänningen. På högtrycksnatriumlampor kan man sänka spänningen från 230 V till 175 V. Detta gör att ljusflödet och elförbrukningen minskar. Spänningssänkning har ingen negativ effekt på lampornas funktion, tvärtom förlänger de lampornas livslängd. Spänningssänkning fungerar även för metallhalogenlampor men rekommenderas inte. Detta p.g.a. att metallerna inte blandas jämt, vilket leder till en sämre färgåtergivning samt att färgtemperaturen förändras (e-postkommunikation med Claudi Lang och Katja Kosonen, Fagerhult AB).

Det mest typiska sättet att sänka spänningen för utomhusbelysning är m.h.a. en spänningstransformator som sänker spänningen för en hel grupp av armaturer. Detta ställer vissa krav på förkopplingsdonen; om armaturerna har elektroniska förkopplingsdon har spänningssänkningen ingen betydelse p.g.a. att elektroniken styr spänningen till "rätt" nivå. Därför bör man använda konventionella förkopplingsdon vid denna typ av styrning. Ofta har spänningstransformatorer ingångar för skymningsrelä och en inställbar klocka som man ställer in tiden för dämpningen. Vad man bör beakta i installationen är längden på kablarna och spänningsfallet de orsakar. När kablarna blir för långa märks det genom att de sista armaturerna i gruppen lyser svagare än de som är närmast transformatorn. Därför skall den inställda dämpningsnivån vara en aning högre än vad den planerade dämpningen är. Dessutom skall de inkopplade armaturerna ha konventionella förkopplingsdon (e-postkommunikation med Peter Nyman på Silux AB).

6.2 Chronosense

Chronosense är tilläggsutrustning för armaturer utvecklat av Philips. Dess funktionsprincip bygger på ett stegs effektreglering och används tillsammans med vissa typer av armaturer. Systemet är tidsbaserat och klarar av att dämpa en SON-lampa (högtrycksnatrium) till 50 %. Energibesparingen blir då upp till 30 %. Kontrollenheten programmeras med fem "dip-switchar", en sjätte dip-switch aktiverar testläge. Dämpningsenheten räknar ut under vilka timmar den skall fungera baserat på mittpunkten av belysningsperioden. När mittpunkten fås beräknas medeltalet av hur länge belysningen har varit påkopplad under tre nätter. Belysningen aktiveras mer eller mindre vid solens uppgång och släcks vid solens nedgång, man bör dock observera att mittpunkten på belysningstiden inte nödvändigtvis betyder midnatt. Chronosense behöver fyra dygn på sig innan den börjar dämpa belysningen p.g.a. de tidigare nämnda beräkningarna. Uppvärmningstiden är alltid tio minuter, vilket betyder att belysningen använder den nominella effekten oavsett inställning. Denna typ av styrning lämpar sig bäst inom gatu- och parkeringsbelysning. /9/

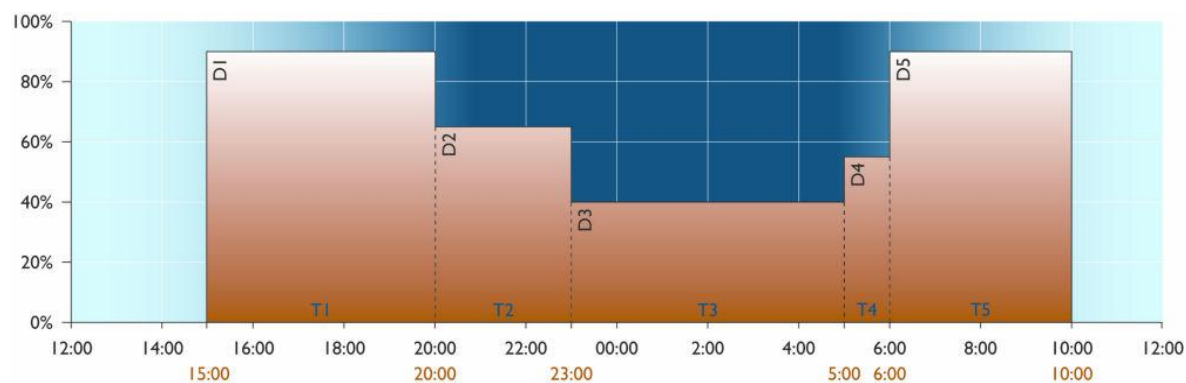


Figur 8. Exempel på inställning av Chronosense. /9/

6.3 Dynadimmer

Dynadimmer är ett system utvecklat av Philips som baserar sig på att styra ljuskällor med förkopplingsdon avsedda för dämpning. Dynadimmer driver förkopplingsdon som fungerar med 1–10 V styrspänning. Styrsystemets dämpningsschema är programmerbart med fem dämpningsnivåer och fem tidsperioder. Programmeringen sker med PC-baserad mjukvara och schemat överförs till ett programmeringsverktyg som i sin tur överför data till själva Dynadimmer-enheten. Man uppnå en energibesparing på 50 % med denna typ av styrning.

Dynadimmer räknar ut referenstidpunkten med samma princip som tidigare nämnda Chronosense. Både Chronosense- och Dynadimmer-enheter kan placeras inne i armaturen eller i en stolpe med IP-20 klassifering. Dynadimmer används i bostadsområden, vägar, parkeringsplatser och industriområden. /10/



Figur 9. Exempel på inställning av Dynadimmer. /10/

7. Planering

7.1 Analys av området

Området som belysningsplaneringen behandlar är ett logistikcenter i Landskrona. När belysningsplaneringen görs gäller det att analysera ritningen för att få en bild av vad belysningen har för uppgift. På området skall det byggas en kontorsbyggnad, distributionshall och logistikhall. Belysningen skall då planeras enligt vilket användningsändamål området används. Arbetet som utförs och under hurdana tider belysningen behöver vara på är viktigt information för att man skall kunna använda sig av eventuella besparingsåtgärder. Man kan göra en grov indelning av det planerade området enligt var platserna ligger och vad de används till.

Platser som finns på området (se bilaga 8) är:

- väg
- trailerparkeringar
- lastningsområden
- lastbryggor och ingångar
- kund- och personalparkering
- kontorets entréområde.

Lastområden och trailerparkeringarna är inhägnade. Eftersom det inte finns någon verksamhet i detta område ännu vet man inte exakt hur det skall användas, men man kan göra ett antagande att det utförs tvåskiftesarbete mellan kl. 6:00 – 22:00 och att det finns kontinuerlig trafik på området under denna tid. Kraven på belysningen ställs enligt värden i standarden EN 12464-2.

Väg- och lastningsområden

Vägen runt området är sammanlagt ca 2,5 km lång. När man kommer in på området finns det två alternativ: antingen kör man till kund- och personalparkeringen eller om det är fråga om ett transportfordon kör man via en betjäning som öppnar portarna till det inhägnade området. Vägbredden på området är mellan 12 och 30 meter och stolpar kan

monteras utanför vägbanan. Här krävs en tillräckligt stark och jämn belysning för att lastbilar skall kunna röra sig med en hastighet upp till 40 km/h utan att det finns risker för kollision med backande bilar, lastningsarbetare och truckar.

Trailerparkeringar

På området finns ett par trailerparkeringar som är stora till ytan, 60 m breda och upp till 200 m långa, vilket gör det omöjligt för vanliga vägarmaturer att lysa upp hela området. Här måste finnas tillräckligt jämn belysning och låg bländning för att olyckor skall undvikas samt att chaufförerna kan avlägsna sig tryggt.

Lastbryggor och ingångar

Runt logistikhallen och distributionshallen finns ett tjugotal lastbryggor och ingångar. Här gäller det att ha en stark belysning då arbetet handlar om precision och arbetssäkerhet. Vid lastbryggorna finns förutsättningar för att utnyttja väggarna för armaturer och högst uppe på väggarna strålkastare som jämnar ut belysningen på det stora området.

Kund- och personalparkering

I detta område finns platser för 584 st. bilar. Vid parkeringen är belysningens huvudsakliga uppgift att ha en hög trygghet. Under dagen är trafiken på parkeringsplatsen mycket livlig under korta tider. För att undvika olyckor skall förarna upptäcka övriga trafikanter, som kan röra sig på ett oväntat sätt. På detta område finns det förutsättningar att använda likadana armaturer som på vägen och dessutom använda T-formade stolpar.

Entréområdet till kontorsbyggnaden

Denna plats är avsedd för att göra ett visst intryck på besökarna. Det är också en plats där personal diskuterar före och efter sina arbetsskift. På detta entréområde kan man skapa en lugn stämning med hjälp av lite finare och annorlunda armaturer. Vid ingångarna kan man ha starkare belysning för att tydligt markera var den finns. Området är 85 m × 58 m stort och det finns träd och vattenbassänger att belysa.

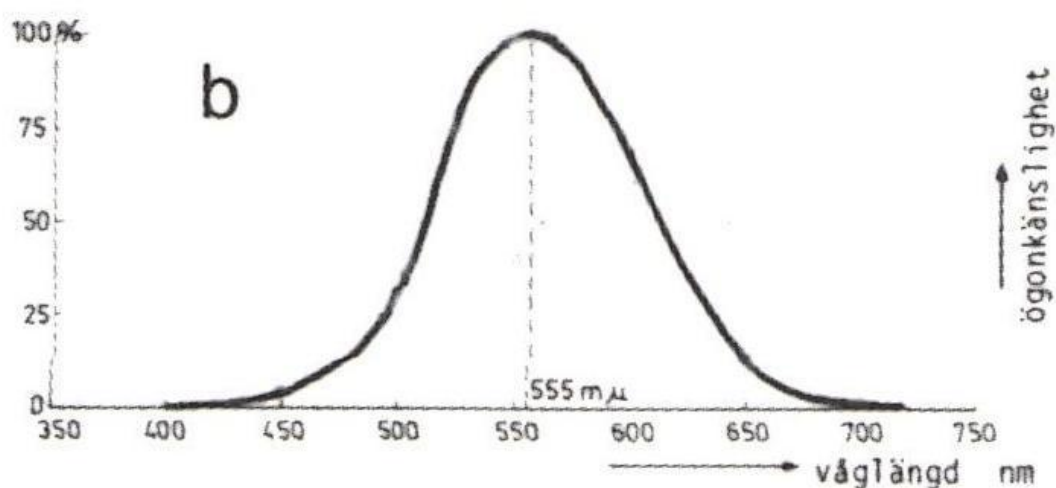
7.2 Val av ljuskälla

När det gäller val av ljuskälla finns det en stor mängd variabler som påverkar beslutet. Frågor om ljuskällans ljusutbyte, livslängd och färgegenskaper prioriteras ofta högt, men frågor som handlar om inköpskostnad, önskad strålning och möjlighet till dämpning är

viktiga. I detta projekt har ljusutbytet och dämpningsmöjligheterna prioriterats högst. Eftersom projektet handlar mycket om att sänka energikostnader med hjälp av dämpning har högtrycksnatriumlampan blivit ett naturligt val p.g.a. andra lampors svagheter. Högtrycksnatriumlampan har det högsta ljusutbytet kring lamporna i effekterna 100 W och uppåt. Livslängden är tillräckligt lång och lampan är anpassad för dämpning.

LED-lampan som har många bra egenskaper valdes bort p.g.a. att den inte är färdig utvecklad för områdesbelysning. Utomhusarmaturer baserade på LED-teknik är mest utvecklat för park-, fasad- och dekorationsbelysning. De LED-armaturer som är utvecklade till vägbelysning har inte tillräckligt högt ljusflöde för att kunna lysa upp en bredare väg. Detta beror på att fysiska storleken blir större på LED-armaturer med många små lampor om den skall ha ett högt ljusflöde. Det tillverkarna sällan nämner är att LED-armaturer måste bytas ut helt vid slutet av ljuskällans livslängd, då blir totala kostnaderna högre än om man använder konventionella ljuskällor.

Metallhalogenen som har bra färegenskaper valdes bort p.g.a. att den har dåliga dämpningsegenskaper och dessutom dyrare än motsvarande högtrycksnatrium. Trots att högtrycksnatriumlampan har dålig färgåtergivning betyder det inte att det är ett dåligt ljus i detta sammanhang. Högtrycksnatriumlampan återger varma färger och hud starkt vilket kan vara en positiv sak i trafiksäkerhet. Ögat har också sitt känslighetsmaximum i dessa våglängder.



Figur 10. Ögats känslighet vid olika våglängder. /5/

Standarden EN 12464-2 kräver heller inget högre RA-värde än 20, vilket högtrycksnatrium klarar av. När man väljer ljuskälla gäller det att ha koll på vad området används till och vilka krav som ställs på det. /5/

7.3 Val av styrning

Vilken typ av styrning som väljs bestäms enligt livscykelanalysen. Det står mellan två alternativ: av/på-reglering och dämpning. Jämförelsen baserar sig på att likadana armaturer och ljuskällor skall kunna användas i alternativen för att få en så rättvis jämförelse som möjligt.

Av/på-reglering

Detta traditionella alternativ går ut på att man använder endast av/på-reglering m.h.a. skymningsrelä. När solljuset når en viss styrka t.ex. 25 lux släcker skymningsrelät belysningen. Detta ger en enkel styrning som är mer väder- än tidsberoende.

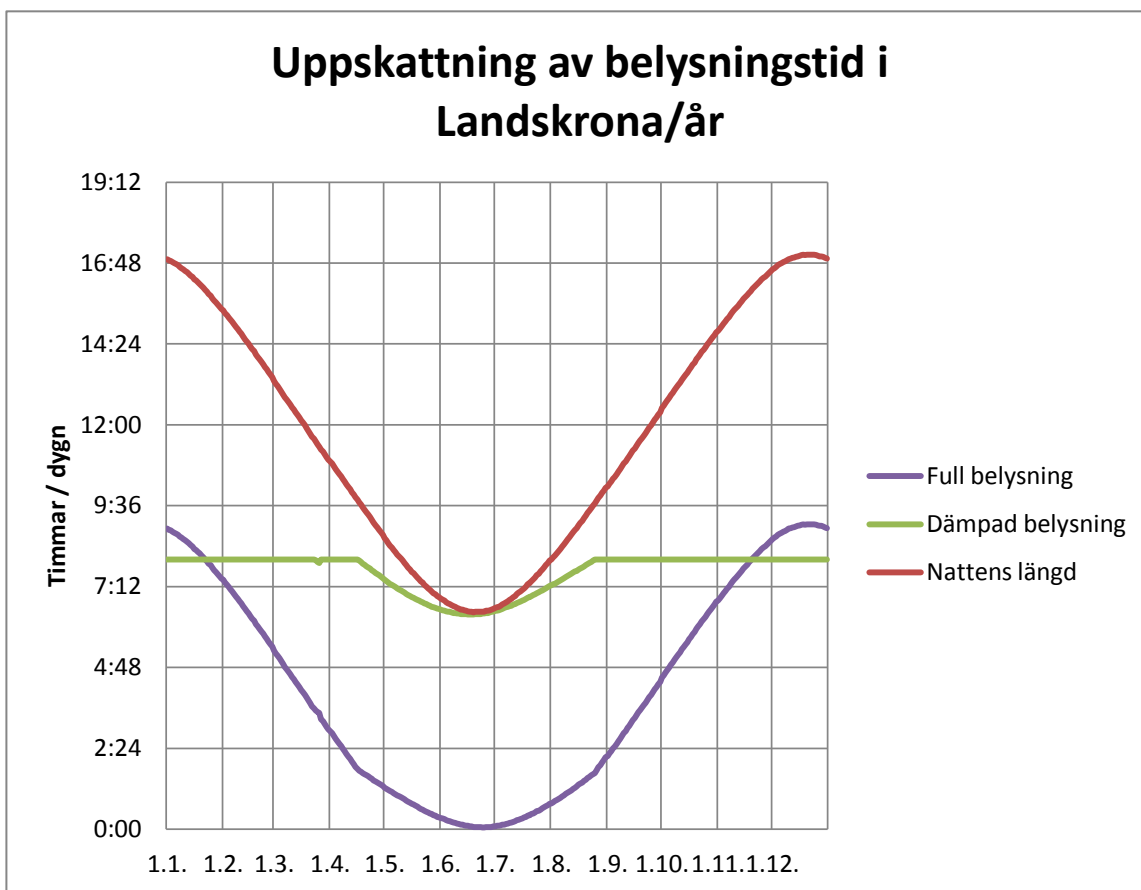
Dämpning

Dämpningen sker m.h.a. NorSave-transformatorer som fungerar tillsammans med skymningsrelä som bestämmer belysningstiden och klocka som bestämmer dämpningstiden. Närvarosensorer kan också användas i stället för klocka för att ytterligare öka inbesparningar. Integrerat Chronosense används på de armaturer som den är kompatibel med.

Beräkning av belysningstiden

För att kunna göra en energiuppskattning och förbrukningsjämförelse av olika alternativ behöver man göra en uppskattning av hur länge solen sköter belysningsuppgiften.

Uppskattningen baserar sig på matematiska beräkningar för solens upp- och nedgång i Landskrona. Dämpningsfunktionen används den tid då inget arbete utförs på området, d.v.s. mellan kl. 22:00 och 6:00. I figur 11 ser man hur dessa tiders längd varierar under året. Dessa beräkningar tar inte i hänsyn väderleksförhållanden eftersom de inte går att förutspå. /11/

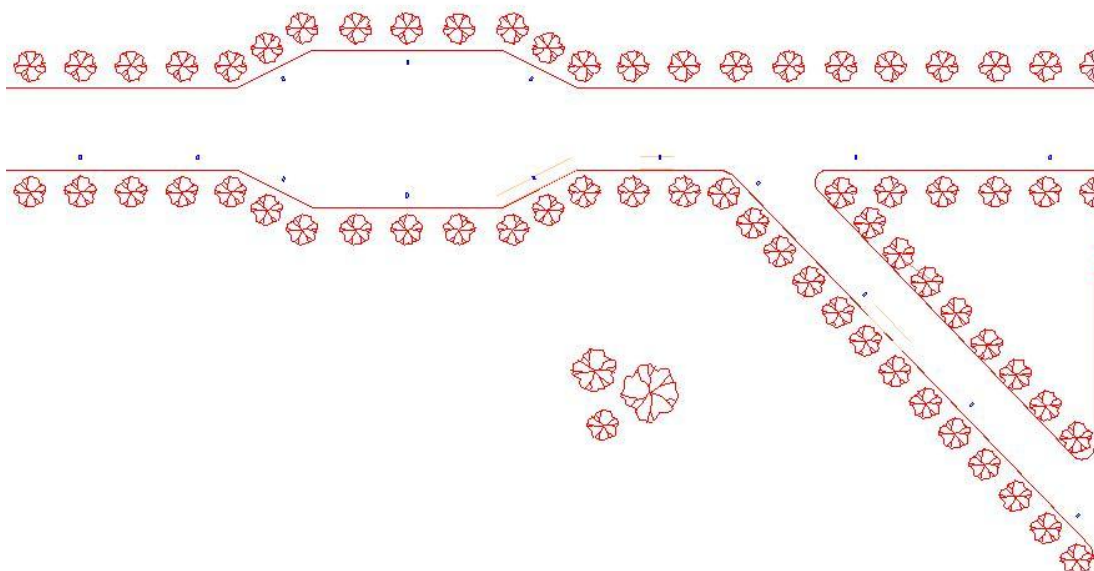


Figur 11. Grafisk representation hur belysningen vid dämpad anläggning varierar under året.

7.4 Val och placering av armaturer

Vägbelysning

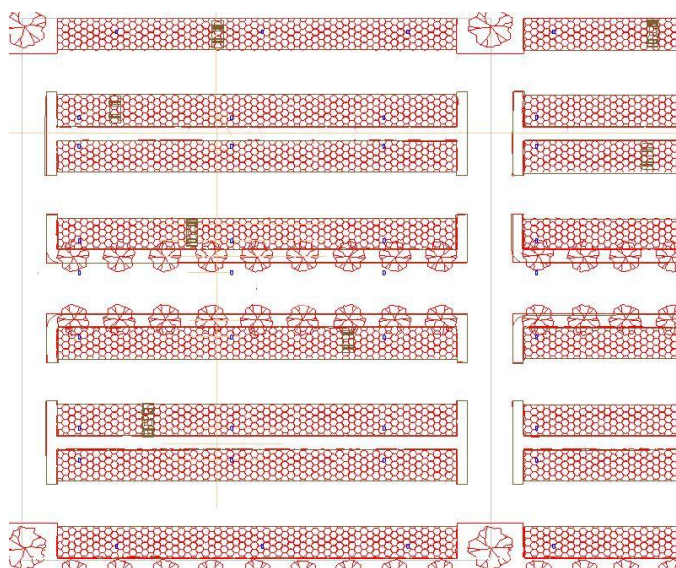
Vid belysning av väg användes en princip där stolpens höjd var tio meter och armens längd 2,5 m. Stolpen är placerad 0,5 m bredvid vägbanan. Med hjälp av stolpens höjd räknades avstånd genom att en armatur lyfte upp ett område $1,5 \cdot h$ bred och $6 \cdot h$ lång, där h är höjden. Detta skapar ett avstånd på 30 m mellan stolparna. Denna princip är utarbetad från praktiska exempel i boken "En bok om belysning" av Lars Starby. Som armatur används vägararmaturer med 150 W-högtrycksnatriumlampa (se bilaga 7).



Figur 12. Armaturplacering vid varierande vägbredd.

Personalparkering

Här används samma stolpar och armaturer som i vägbelysningen men med T-formade stolpar där det är möjligt. T-formade stolparna bidrar med en lägre installationskostnad.

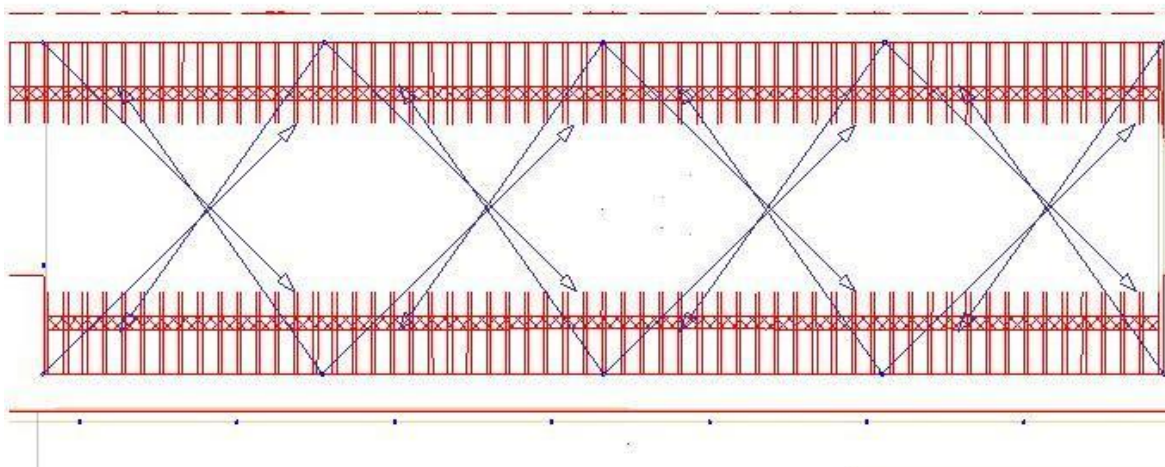


Figur13. Armaturplacering vid parkering.

Trailerparkering

Vid trailerparkeringen är det bredden som gör det besvärligt att lysa upp med vägbelysningsarmaturer. Därför används 15 m höga stolpar tillsammans med dubbla

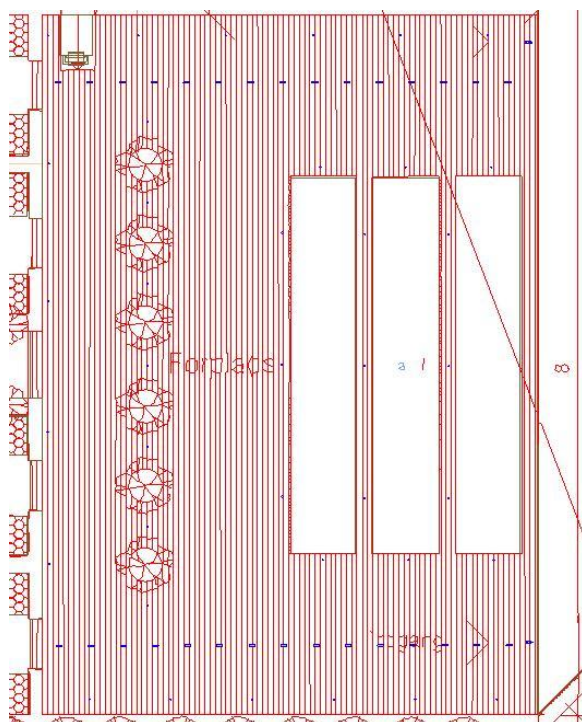
strålkastare vars lampeffekt är 400 W. Armaturerna har en vinkel och reflektor som har bred spridning och minimal bländning (se bilaga 7).



Figur 14 Armaturplacering och -vinkling vid trailerparkering.

Kontorbyggnadens entréområde

Vid kontorsbyggnadens entréområde är estetiken högre prioriterat än funktionaliteten. Vid ingångarna finns väggarmaturer. Från ingångarna ut mot parkeringen är markinfällda armaturer med LED-lampor placerade. Runt området och vattenbassängarna finns det placerat pollare med keramisk metallhalogen som ljuskälla (se bilaga 7).



Figur 15. Armaturplacering vid kontorbyggnadens entréområde.

7.5 Planering av projektet i DIALux

Som belysningsplanerare finns det många metoder att göra beräkningar med papper och penna, men dagens teknik gör det möjligt att snabbt utföra beräkningar m.h.a. mjukvara. Dessutom får man en 3D-modell för att åskådliggöra projektet. DIALux är ett Windowsbaserat program för belysningsplanerare. Det är ett gratisprogram, vilket gör att många använder det, vilket i sin tur gör att armaturtillverkare vill bidra med sina egna datamodeller av sina produkter. I detta program kan man bygga upp en miljö, placera armaturer från armaturtillverkarkarnas databaser, simulera belysningen och göra snabba energi- och luminansberäkningar.

Skapandet av nytt projekt

Då man skapar ett nytt projekt börjar man med att välja vilken typ av belysning projektet gäller: inomhus-, utomhus- eller vägbelysning. I detta projekt väljer man utomhusbelysning.

I nästa steg kan man importera en referensritning i dwg-filformat. I detta fall användes en fil som konverterats från pdf- till dwg-filformat. I det här steget kan man rotera och skala om ritningen så att enheterna och nordriktning stämmer.

Inställning av lokala variabler

Att bestämma koordinaterna för projektet är viktigt då man gör beräkningar där solljuset inverkar på resultatet.

Skapandet av omgivning

För att få en realistisk bild av simuleringen är det viktigt att ha en omgivning med tillräckliga detaljer. I DIALux kan man välja flera typer av material med olika optiska egenskaper, t.ex. gräs, sten, asfalt och olika väggmaterial. Det finns också bibliotek innehållande färdiga modeller såsom byggnader, människor, bilar, möbler och träd. Dessa ytor kan inverka på belysningsberäkningarna som simuleringen ger ut. Att skapa mycket detaljer på ett stort område kommer att påverka resultatberäkningarna så att beräkningstiden ökar. Det är i det här skedet som 3D-modellen av projektet skapas.

Val och placering av armaturer

När man har skapat en 3D-modell av området bör man senast i detta läge planera vilka armaturer man skall använda. I armaturbiblioteket finns flera tillverkares armaturkataloger innehållande fotometrisk data, bilder, teknisk data och beskrivningar. Man kan också importera DIALux-kataloger från tillverkare som inte finns i biblioteket sedan tidigare. När man lagt till armaturer till sitt projekt kan man placera ut dem fritt, i linjeformation eller i cirkelformation. Vinkling av armatur kan göras 360° kring X-, Y- och Z-axeln.

Beräkningsytor

Med beräkningsytor avser man ett specifikt område som man vill ha detaljerad beräkning på. Vid resultatberäkningen skapas vyer där man får se belysningsstyrkan representerat på olika vis, t.ex. isolinjer, tabell eller färgrepresentation.

Resultatberäkning

När man vill granska sin belysningsplanering väljer man vilka beräkningar och resultat som skall visas i resultatrapporten. När beräkningen är gjord får man en fullständig rapport över belysningsområdet med innehållsförteckning, beräkningsytornas luminanser, armaturförteckning, placeringar o.s.v. I det här skedet går det också att röra sig i 3D-miljön och se hur ljuset belyser objekten i olika vinklar (se bilagorna 1, 2, 3, 4, 5 och 6).

7.6 Livscykelanalys

Avsikten med livscykelanalysen är att göra en ekonomisk utvärdering av olika investeringsalternativ. Det som är mest intressant i detta fall är om det är ekonomiskt lönsamt att investera i en dyrare anläggning men med lägre energiförbrukning och i sådant fall hur lång återbetalningstiden är. Tiden för livscykelanalysen omfattar 20 år.

Här presenteras en traditionell metod att genomföra en kostnadskalkyl.

$$\text{Energikosnad} = A \cdot E \cdot K \cdot U$$

A = antal lampor

E = effekt per lampa inklusive förluster i förkopplingsdon

K = kWh-pris

U = årlig utnyttjningstid, timmar

$$\text{Lampkostnad} = A \cdot P \cdot U / L$$

A = antal lampor

P = lamppris

U = årlig utnyttjningstid, timmar

L = lampornas livslängd, timmar

$$\text{Anläggningskostnad} = I \cdot k$$

I = investering, armatur och installation

k = avskrivningsfaktor

Beräkningarna är integrerade i den modell (se bilaga 9) som användes i detta arbete.

Liknande modeller finns ofta hos armaturtillverkare.

Effekten för anläggningen har den största inverkan på hur stora driftskostnaderna blir. Som energipris används 0,10 €/kWh. I nuläget ser det ut som energipriset kommer att öka men är inget som går att förutspå. Det är viktigt att man tar i beaktande den installerade effekten, det vill säga lampeffekterna inklusive kringutrustning t.ex. driftdon. Med hjälp av lamptillverkarens uppgifter om lampans livslängd kan man beräkna ett utbytesintervall. Med livslängd avses den tid lampan har används då ljusflödet minskat till 80 %.

Exempel:

Lampans livslängd: 20 000 h

Drifttimmar / år: 4273

$$20\,000\text{ h} / 4273\text{ h/a} = 4,68\text{ a}$$

Detta betyder att under 20 år kommer denna typ av ljuskälla bytas fyra gånger. Till investeringskostnaderna räknas armaturer, ljuskällor, stolpar, transformatorer och skymmningsreläer. Kostnader för arbete tas inte i hänsyn i beräkningarna för detta projekt.

I alternativet med ljusreglering inverkar en effektreducering på 30 % under timmar då inget arbete utförs. Detta gäller alla armaturer förutom de som används vid kontorsbyggnadens entréområde. Sammanlagda timmar per år då ljusreglering utförs har uppskattats till 2788 h (se kapitel 6.7). Förutom effektreduceringen inverkar en 30 % förlängning av ljuskällans livslängd vid 2788 av 4273 timmar vid regleringsalternativet. Det ger en procentuell förlängning och effektreducering på $30\% \cdot 2788\text{ h} / 4273\text{ h} = 19,57\%$.

8. Resultat

I detta projekt har det valts beräkningsytor från alla användningsområden. Ur ljus teknisk syn är det av störst vikt att se på medelbelysningsstyrkan (E_m). Är medelluminansen för låg kan det bero på att effekten på ljuskällorna är för låga. Förhållandet mellan minsta och medelbelysningsstyrkan bildar likformigheten (U_o), vilket ger en kvot som beskriver hur jämn spridning belysningen har. Om jämnheten är för låg bör man ha kortare avstånd mellan ljuskällorna. GR_L är en resultatet av bländningsberäkning. R_a är ett index mellan 0 och 100 på hur bra belysningen återger färger.

Tabell 1. Luminansresultat för projektets olika beräkningsytor i DIALux.

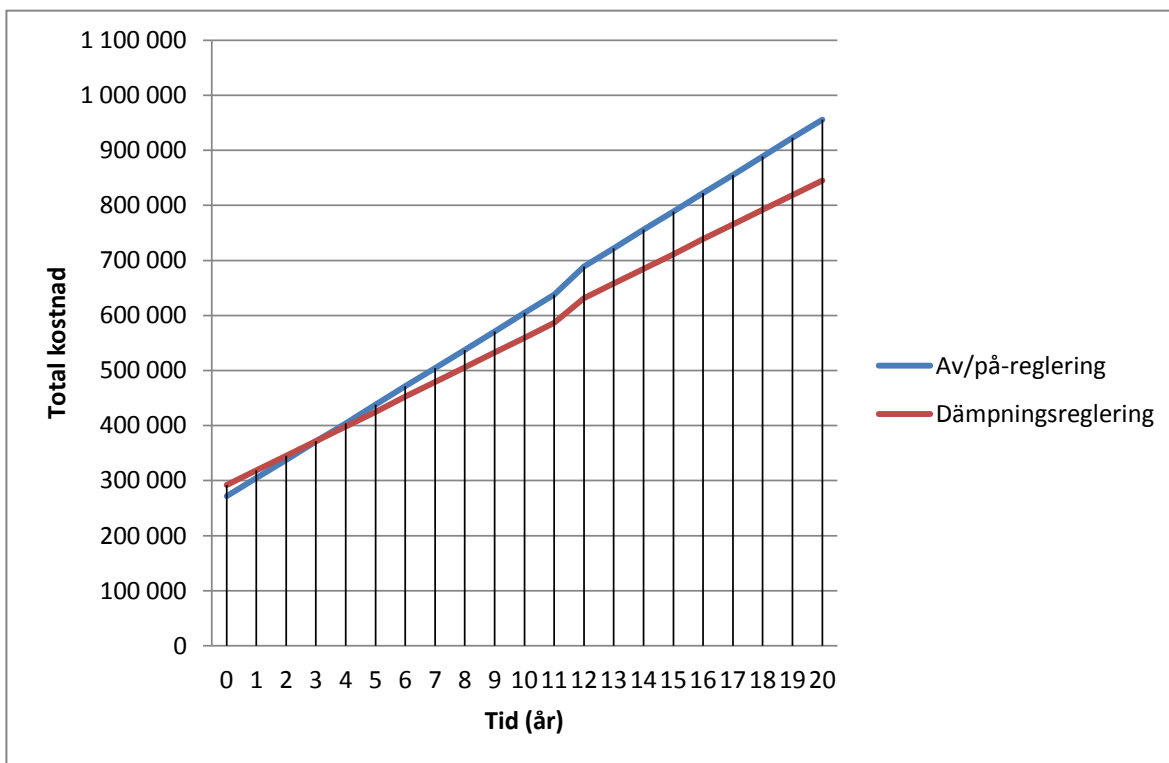
Område nr.	Beskrivning	E_m lx	U_o -	GR_L -	R_a -
1	Kontor parkering	31	0,28	-	25
2	Lastområde	24	0,40	-	25
3	Lastbrygga	90	0,41	-	25
4	Väg	25	0,45	-	25
5	Trailerparkering	23	0,57	-	25

Tabell 2. Belysningsrekommendationer från EN 12464-2:2007

Område i eget projekt	Type of area, task or activity	E_m lx	U_o -	GR_L -	R_a -
1, 5	Medium traffic, e.g. parking areas of department stores, office buildings, plants, sports and multipurpose building complexes	10	0,25	50	20
2	Short term handling of large units and raw materials, loading and unloading of solid bulk goods	20	0,25	55	20
3	Continuous handling of large units and raw materials, loading and unloading of freight, lifting and descending location of cranes, open loading platforms	50	0,25	50	20
4	Regular vehicle traffic (max. 40 km/h)	20	0,40	45	20

Alla områden klarar sig bra i jämförelse till standarden, även vid 20 % ljusbortfall, med andra ord vid livstidens slut. I resultatberäkningarna framgår även att URL, procentuella andelen av ljus som sprids uppåt, är 1 % vilket klarar standardens gräns på 5 %. Denna gräns representerar glest industriellt område.

Livscykelanalys



Energiförbrukningen för anläggningen, inklusive förkopplingsdon, med av/på-reglering blir 330 892 kWh/a och med dämpning 266 038 kWh/a. Detta resulterar i en inbesparing på 109 969,95 € på en 20 års period. Efter tredje året har de dyrare armaturerna med Chronosense och dämpningsutrusningen betalat in sig. Av den totala anläggningskostnaderna kan man observera att energin står för de största delen av utgifterna. Om energipriset ökar kommer även inbesparingens storlek på dämpningsregleringen att öka jämfört med av/på-regleringen.

9. Sammanfattning

Beräkningarna för detta examensarbetet ger ett positivt intryck. EuP-direktivet där ineffektiva lampor fasas ut, är en del av ett EU:s mål att sänka energianvändningen. Ytterligare inbesparningar görs om man anpassar dämpningsmodellen i detta examensarbete på liknande anläggningar. Förutom att anläggningen från ett ekonomiskt perspektiv är lyckat ger det även en mindre belastning på miljön utan att försämra kvalitén på användningen.

När planering för ett nytt projekt inleds rekommenderas det från min sida att man uppdaterar sig om nya armaturer och teknisk specifikation eftersom branchen är i en ständig utveckling. Det gäller att vara noggrann med teknisk data som olika armaturtillverkare ger ut. De kan ha olika definitioner på livslängd och ljusutbyte, vilket ger en orättvis bild vid jämförelse. Om man undersöker dagens utveckling av belysningsutrustning, kommer LED-tekniken att bli överlägsen jämfört med övriga. Som referensmaterial till en belysningsplanerare rekommenderas standarden EN 12464 med bra riktlinjer och referensvärden, medan "En bok om belysning", av Lars Starby, ger en bra överblick om belysning samt praktiska tips vid projektering.

Eftersom beräkningarna är baserade på uppskatningar kan inga exakta inbesparingar förutspås, men under en 20 års period kan variationerna på energianvändningen försummas. Det är energipriset som inverkar mest på hur slutresultatet blir. I projektet i Landskrona kunde man använda närvarosensorer, alternativt eller parallellt med kontroll från portövervakningen, för att göra ytterligare inbesparingar. Sammanfattningsvis kan man säga att om man väljer en dyrare men energisnålare lösning ser framtiden ljus ut.

KÄLLOR

1. Belysning och EuP-direktiv

<http://www.fi.sgs.com/sgssites/fimko-se/news/belysning-och-eup-direktivet.htm> (hämtat: 16.02.2010)

3. Dalenstam, Eva. *Rapport 2009:1, FÖRSTUDIE:UTOMHUSBELYSNING*.

Miljöstyrningsrådet.

http://www.msr.se/Documents/rapporter/MSR_2009_1.pdf (hämtat: 10.11.2009)

9. Philips Chronosense (produktinformation).

http://www.lighting.philips.com/gl_en/controls/products/chronosense.php?main=gl_en_Control&parent=8376226416&id=&lang=en (hämtat 10.2.2010)

10. Philips Dynadimmer (broschyr).

http://www.lighting.philips.com/gl_en/controls/products/pdf/P_Leaflet_Dynadimmer_Fin2PagesLR-.pdf (hämtat 10.10.2010)

2. RoHS-direktiv.

<http://tukes.fi/sv/Tjanstomraden/Elektricitet-och-hissar/RoHS-direktiv/> (hämtat: 14.11.2009)

4. SFS EN 12464-2

11. Solens upp- och nedgång , Landskrona (2010).

<http://www.dinstartsida.se/solen-ort.asp?id=783> (hämtat 03.03.2010)

5. Starby, L. *En bok om belysning*. (3. uppl. 2006) Södertälje: Fingraf Tryckeri AB.

6. Våra vanligaste ljuskällor (2007) (kompendium).

www.annell.se/Files/Annell_Ljuskompendium.pdf (hämtat: 02.10.2009).

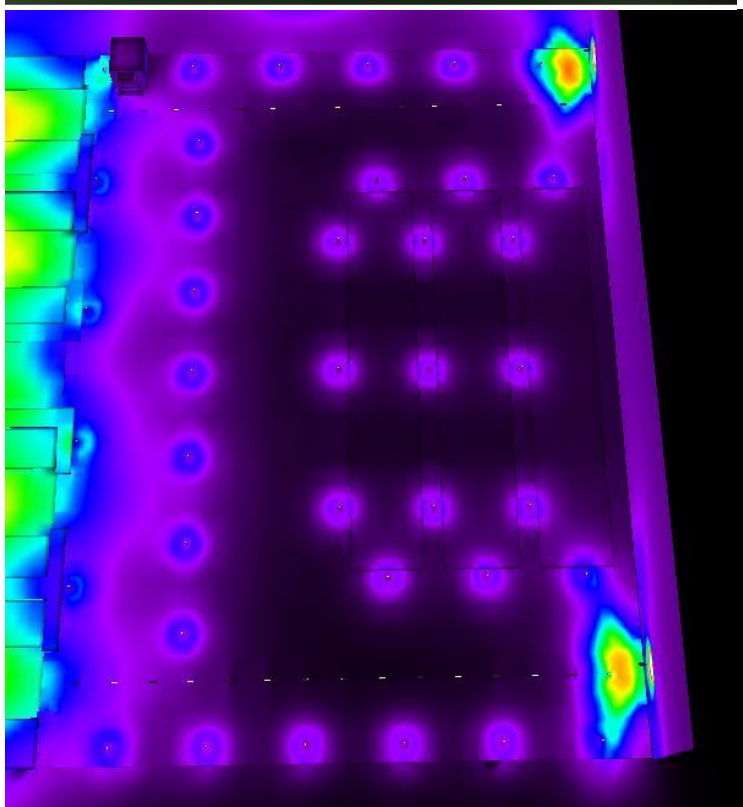
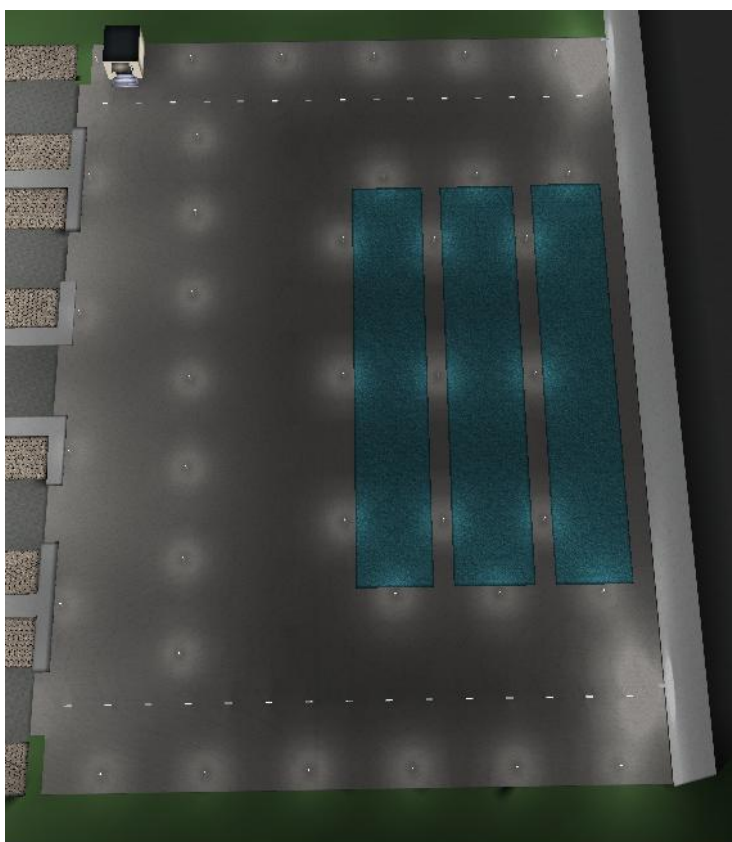
7. Värt att veta om LED. Ljuskultur. Maj 2009 (kompendium).

http://www.ljuskultur.se/files/Senaste_nytt/Vart_att_veta_om_LED.pdf (hämtat: 05.10.2009)

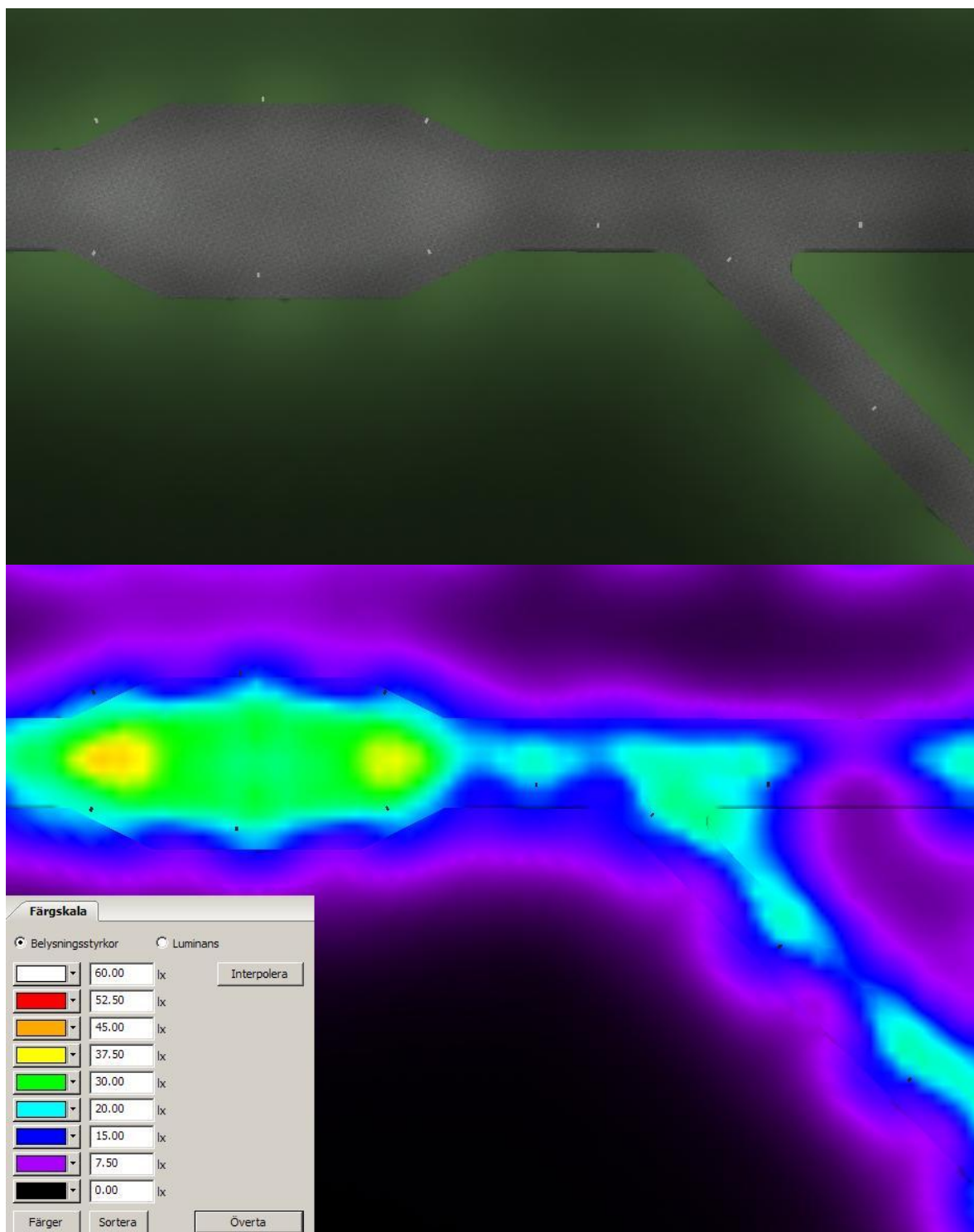
8. Utgåva 1/2008. Att tänka på vid projektering och installation av LED

http://www.ljuskultur.se/files/Teknik_Miljo/Teknik/Att_tanka_pa_vid_proj_o_inst_av_LED.pdf (hämtat 05.10.2009)

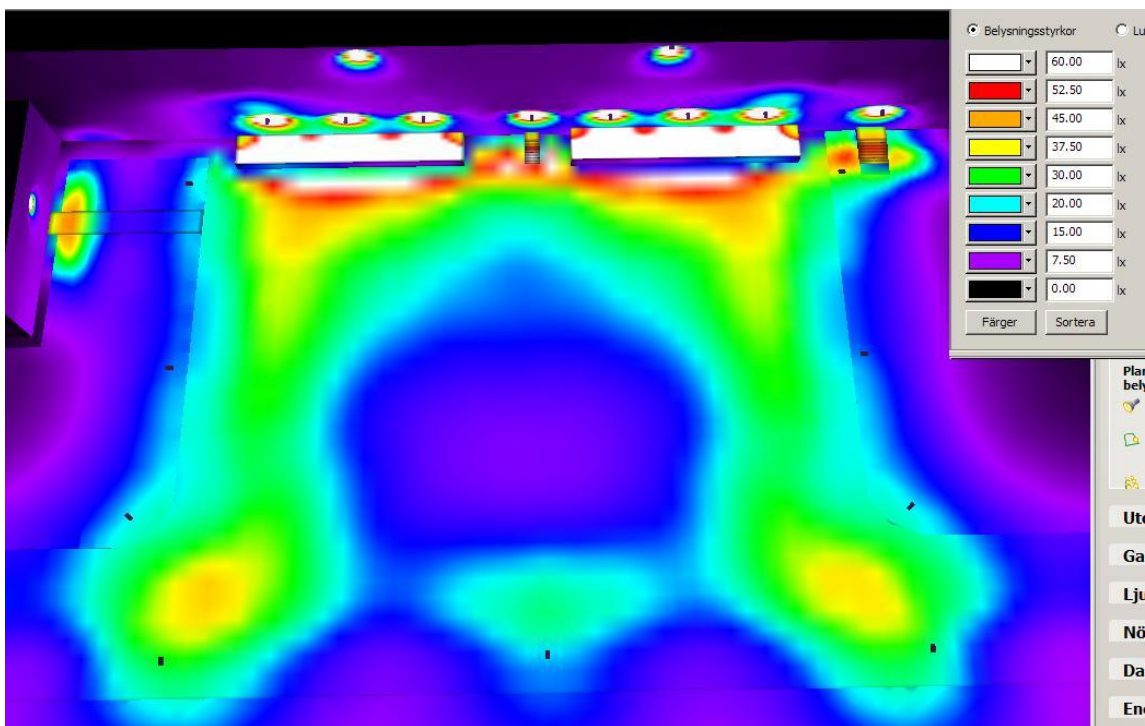
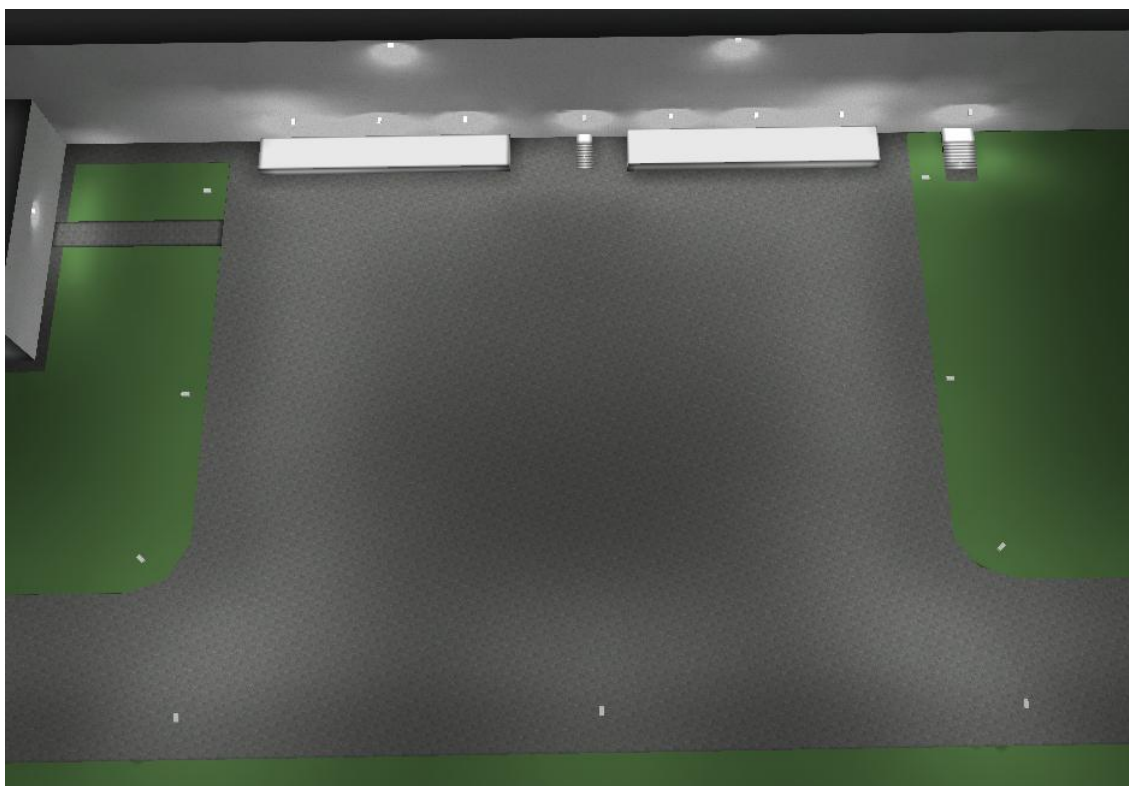
3D-vy och ljusintensitet i olika färger över entréområde.



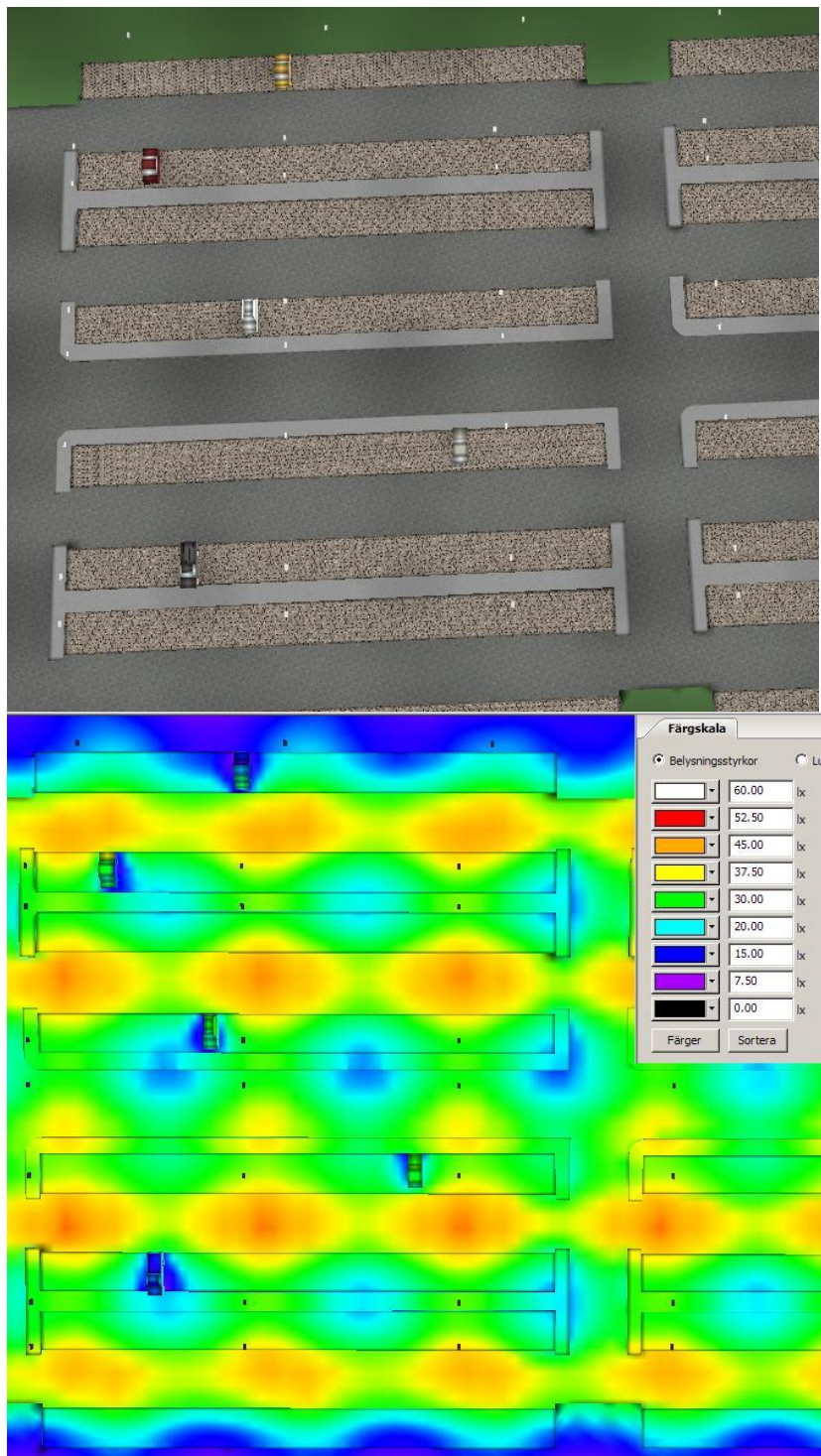
3D-vy och ljusintensitet i olika färger över väg med varierande bredd.



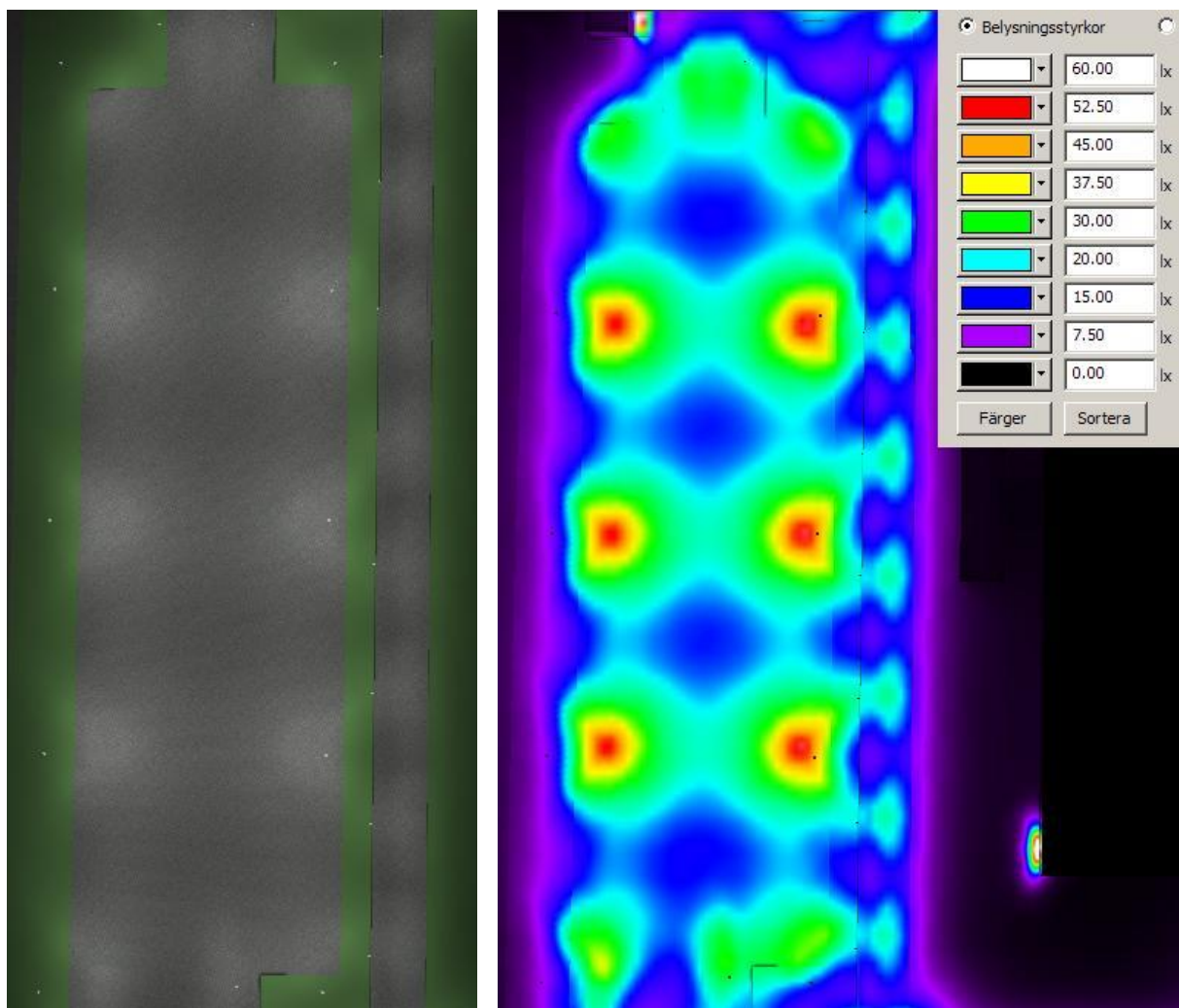
3D-vy och ljusintensitet i olika färger över lastområde.



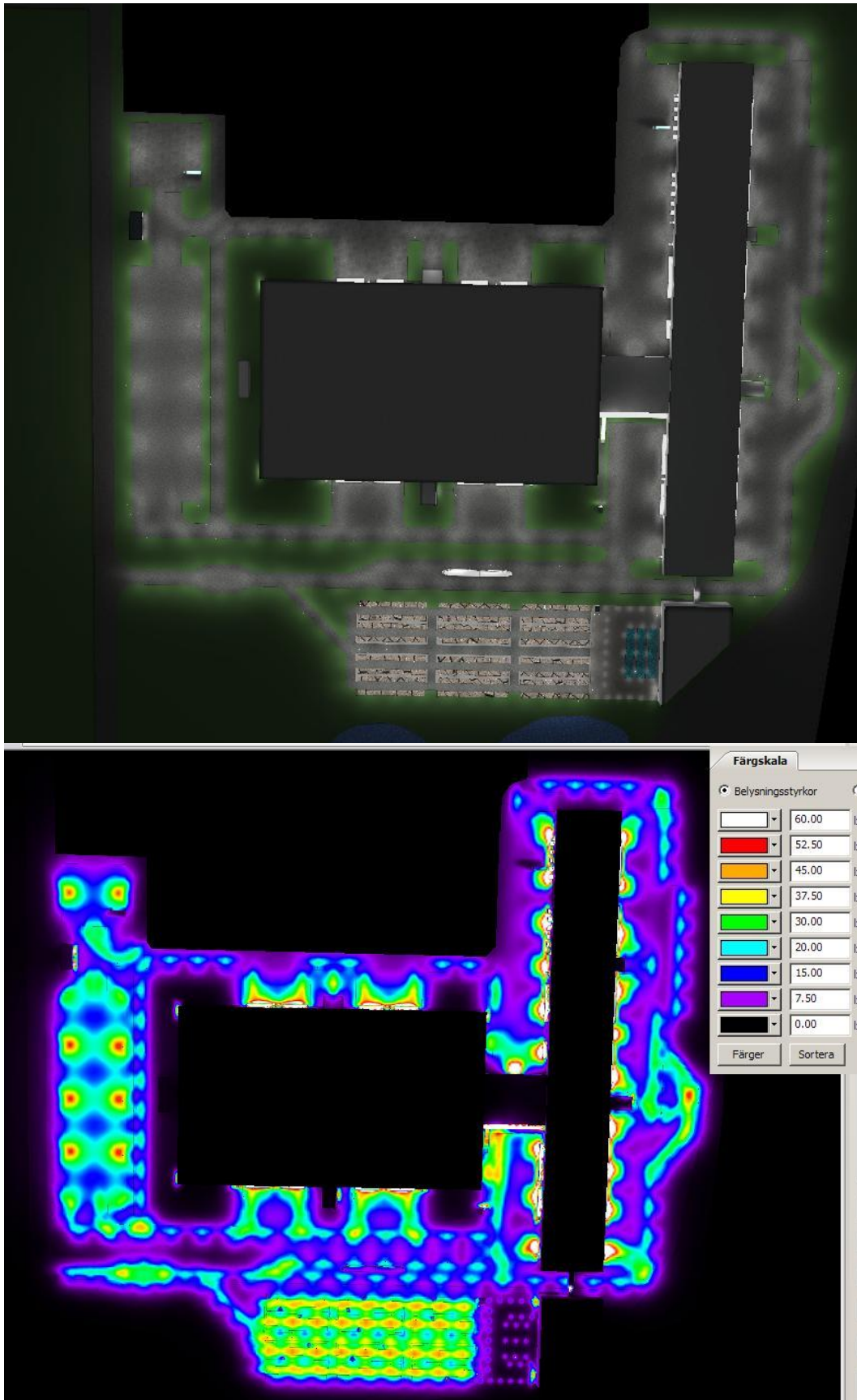
3D-vy och ljusintensitet i olika färger över kund- och personalparkering.





3D-vy och ljusintensitet i olika färger över trailerparkering.

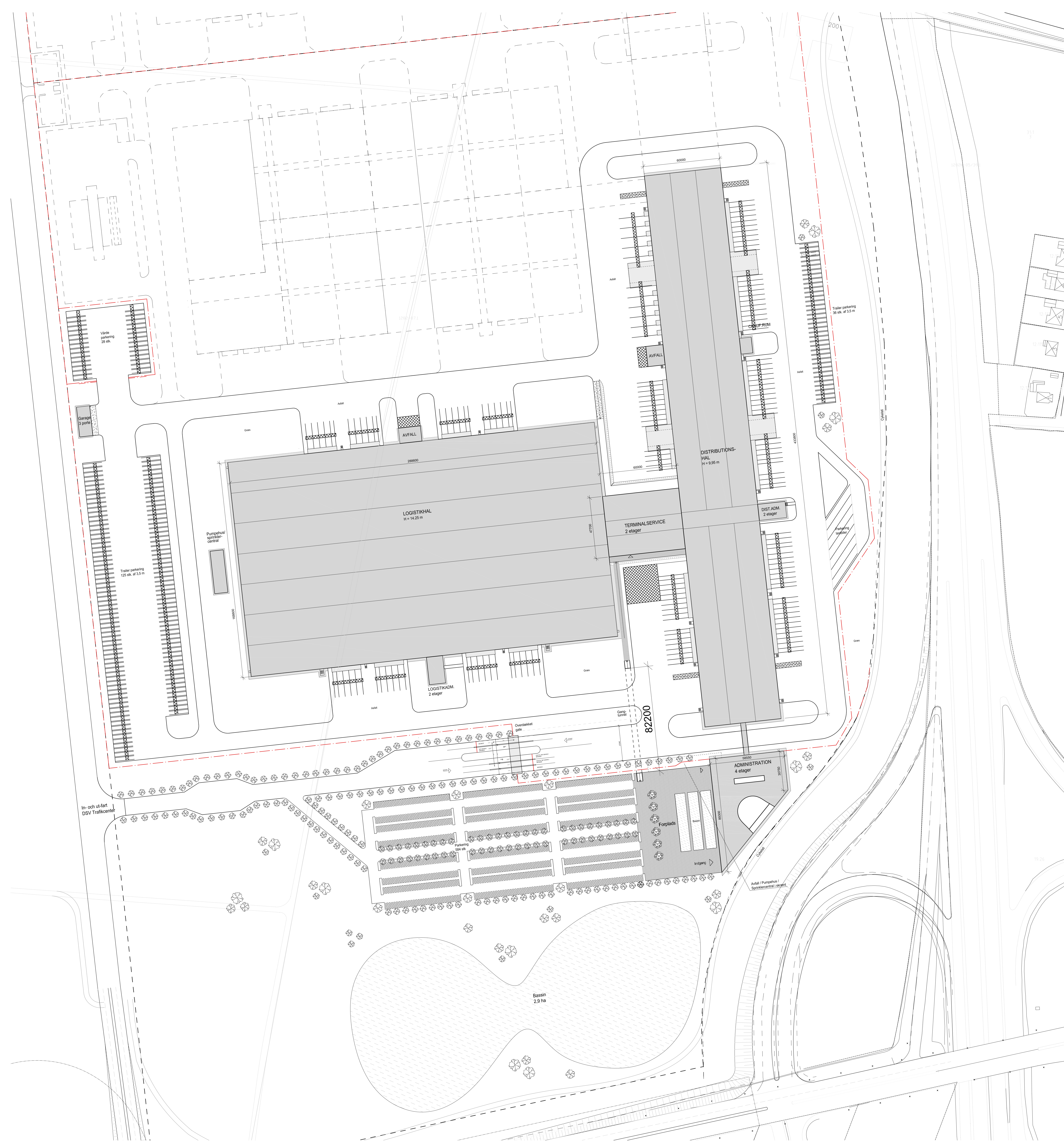


3D-vy och ljusintensitet i olika färger över hela anläggningen.



30 Antal	<p>SSL LEDline 2 BBS716 RGB 8xLED-LXHL-ILB/RD A E-nr./Art.-nr.: Ljusflöde/armatur: 352 lm Totaleffekt/armatur: 9.5 W Armaturklassificering enligt CIE: 100 CIE-ljuskod: 62 91 99 100 30 Bestyckning: 8 x LED-LXHL-I-LB/RD (Korrektionsfaktor 1.000).</p>	
122 Antal	<p>Philips SGS203 1xSON-TPP70W FG P1 E-nr./Art.-nr.: Ljusflöde/armatur: 6600 lm Totaleffekt/armatur: 83.2 W Armaturklassificering enligt CIE: 100 CIE-ljuskod: 36 75 98 100 82 Bestyckning: 1 x SON-TPP70W (Korrektionsfaktor 1.000).</p>	
239 Antal	<p>Philips SGS203 1xSON-TPP150W FG P1 E-nr./Art.-nr.: Ljusflöde/armatur: 17500 lm Totaleffekt/armatur: 169.0 W Armaturklassificering enligt CIE: 100 CIE-ljuskod: 37 77 98 100 75 Bestyckning: 1 x SON-TPP150W (Korrektionsfaktor 1.000).</p>	
51 Antal	<p>Philips MVP506 1xSON-TPP400W A/62 +ZVP506 SK E-nr./Art.-nr.: Ljusflöde/armatur: 56500 lm Totaleffekt/armatur: 431.0 W Armaturklassificering enligt CIE: 100 CIE-ljuskod: 35 70 98 100 77 Bestyckning: 1 x SON-TPP400W (Korrektionsfaktor 1.000).</p>	

38 Antal	<p>Philips HCP171 1xSON-I-70W-CO LO PCC E-nr./Art.-nr.: Ljusflöde/armatur: 5600 lm Totaleffekt/armatur: 83.2 W Armaturklassificering enligt CIE: 73 CIE-ljuskod: 14 40 73 73 40 Bestyckning: 1 x SON-I-70W-CO (Korrektionsfaktor 1.000).</p>	
2 Antal	<p>Philips DWP333 1xCDM-T70W OR E-nr./Art.-nr.: Ljusflöde/armatur: 6600 lm Totaleffekt/armatur: 88.0 W Armaturklassificering enligt CIE: 100 CIE-ljuskod: 36 74 97 100 69 Bestyckning: 1 x CDM-T70W (Korrektionsfaktor 1.000).</p>	



SIGNATURFORKLARINGER:

	Betonfliser
	Betonplade
	SF-sten, som type SF-Symfoni, med slebet sort overflade
	Græsmeringssten, Markering af P-pladserne med sten lagt tålttere
	Beton med indlagt varme
	Asfalt med indlagt varme
	Opstregning
	Frem for porthuse, enkelt opstregning
	Ved Trailerparkering, dobbelt opstregning

Der skal være beton-trottoarkant i overgang mellem hårde belægninger og græs el.ign., samt ved parkeringsavgrænsninger, vægkanter mv.

TEGN. NR.: A-99-0-1-01

FORELØBIG TEGNING 2009.04.27

REV.:	EHNE:	SIGN.:	GDOK.:	KONTR.:	DATE:			
DSV TRAFIKCENTER LANDSKRONA								
ADRESSE: Østra Webullsholm, Landskrona								
MATE. NR.:								
LOKALP. NR.:								
TEGN. NR.:								
REV.:								
A-99-0-1-01								
MODELFILE:	ARKITECT:	REV.:	DATE:	ARKITECT:	REV.:	DATE:	SAG NR.:	7571
1:	1:	5:	5:	1:	1:	5:	1:	1:
2:	2:	6:	6:	2:	2:	6:	2:	2:
3:	3:	7:	7:	3:	3:	7:	3:	3:
4:	4:	8:	8:	4:	4:	8:	4:	4:
AK83 ARKITEKTKONTORET A/S						WWW: www.ak83.dk	☎	
VALLENSØRE TORVEVEJ 5, 2620 ALBERTSLUND						MAIL: ak83@ak83.dk	FAX: +45 4366 0801	TLF: +45 4366 0800
ØSTERÅGADE 5, 2., 9000 AALBORG						MAIL: aalborg@ak83.dk	FAX: +45 9816 6866	TLF: +45 9811 6277

Ekonomisk utvärdering av belysning

PROJEKT: Landskrona			
DATUM/HANDLÄGGARE: 05.04.2010/Ville Heinonen			
FÖRUTSÄTTNINGAR			
Tid kalkylen omfattar	år	20	20
Namn på alternativ.		ostyrt	dämpning
DRIFTKOSTNADER			
EI		ostyrt	dämpning
Drifttid per år	h/år	4273	4273
Elanvändning per år	kWh/år	330 892	266 038
Elpris	€/kWh	0,10	0,10
Elkostnad per år	€/år	33089,25	26603,75
Totala elkostnader/20 år	€	661784,92	532075,07
Ljuskälla 1, Philips MPV506 SON-TPP400W		ostyrt	dämpning
Ljuskällans livslängd	h	20000	23200
Antal ljuskällor	st	51	51
Utbytesintervall	år	4,680552305	5,429440674
Antal intervall under kalkyltiden	st	4	3
Kostnad/ armatur	€		
Kostnad för byte (arbete + ljuskällor) per tillfälle	€		
Byten av ljuskälla/armatur/20år	€	4	4
Totala ljuskälleekostnader, ljuskälla 1	€		
Ljuskälla 2, Philips DVP333 CMD-T70		ostyrt	dämpning
Ljuskällans livslängd	h	20000	20000
Antal ljuskällor	st	2	2
Kostnad/ armatur	€		
Kostnad för byte (arbete + ljuskällor) per tillfälle	€		
Antal byten av ljuskälla/armatur/20år	€	4	4
Totala ljuskälleekostnader, ljuskälla 2	€		
Ljuskälla 3, Philips BBS716 24xLED-LXN		ostyrt	dämpning
Ljuskällans livslängd	h	50000	50000
Antal ljuskällor	st	30	30
Kostnad/ armatur	€		
Kostnad för byte (arbete + ljuskällor) per tillfälle	€		
Antal byten av ljuskälla/armatur/20år	€	2	2
Totala ljuskälleekostnader, ljuskälla 3	€		

Ljuskälla 4, Philips SGS203 T70W		ostyrt	dämpning
Ljuskällans livslängd	h	20000	23200
Antal ljuskällor	st	122	122
Kostnad/ armatur	€		
Kostnad för byte (arbete + ljuskällor) per tillfälle	€		
Antal byten av ljuskälla/armatur/20år	€	4	4
Totala ljuskälleknader, ljuskälla 4	€		
Ljuskälla 5, SGS203 TPP150W		ostyrt	dämpning
Ljuskällans livslängd	h	20000	23200
Antal ljuskällor	st	239	239
Kostnad/ armatur	€		
Kostnad för byte (arbete + ljuskällor) per tillfälle	€		
Antal byten av ljuskälla/armatur/20år	€	4	4
Totala ljuskälleknader, ljuskälla 5	€		
Underhåll		ostyrt	dämpning
Underhållskostnad per tillfälle	€	0	0
Underhållsintervall	år	0	0
Antal intervall under kalkyltiden	st	0,00	0,00
Totala underhållskostnader	€	0,00	0,00
S:A DRIFTSKOSTNADER	€		

ÖVRIGA KOSTNADER			
Namn på alternativ.		ostyrt	dämpning
Ev tillkommande kostnader	€		
Styr- och reglerutrustning	€		
Övrigt	€		
S:A ÖVRIGA KOSTNADER	€		

KOSTNADER TOTALT	€		
-------------------------	---	--	--

INVESTERING/20 år	€		
--------------------------	---	--	--